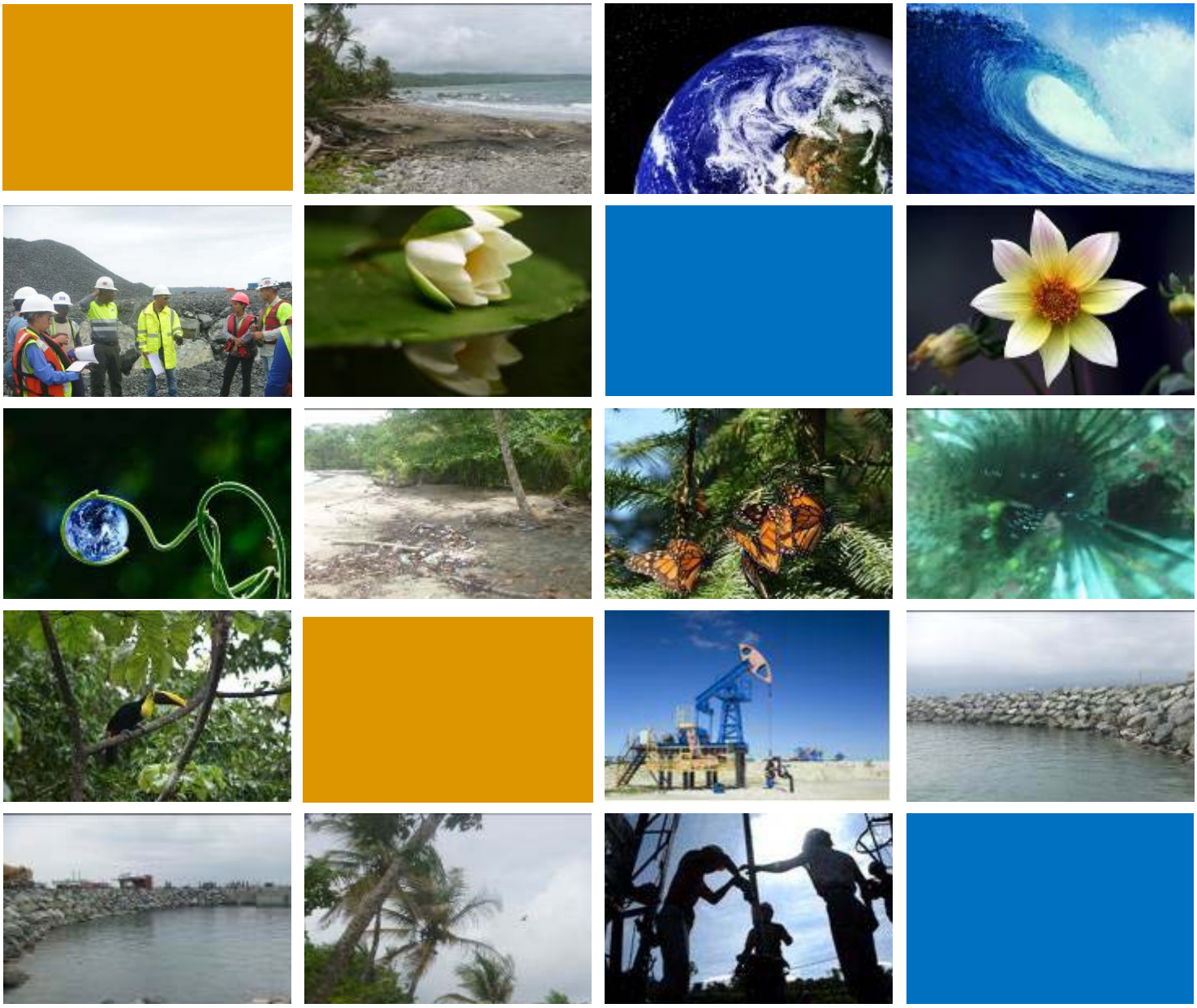


Presentado por:

Minera Panamá S.A.

Solicitud de Modificación

Estudio de Impacto Ambiental Categoría III “MINA DE COBRE PANAMÁ”

Septiembre 2015

www.erm.com

Delivering sustainable solutions in a more competitive world

ERM

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN A REALIZAR VERSUS LOS COMPONENTES DEL PROYECTO DEL ESIA APROBADO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO DEL PROYECTO DEL ESIA 15

4. CUADRO COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS A GENERARSE POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO CON EIA APROBADO VS IMPACTOS QUE PUEDA GENERAR LA MODIFICACIÓN CORRESPONDIENTE 21

5. CUADRO COMPARATIVO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS PRESENTADOS EN EL EIA APROBADO VS LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE PUEDA GENERAR LA MODIFICACIÓN CORRESPONDIENTE 27

6. COPIA DE LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL EIA 31

7. CONCLUSIONES 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización de los Ductos de Captación y Descarga de Agua de Enfriamiento, EsIA Aprobado (2010) 5

Figura 2: Propuesta de la Ubicación de los Ductos de la Captación y Descarga del Agua de Enfriamiento 7

Figura 3: Vista Lateral de los Ductos de Agua de Mar. 8

Figura 4: Vistas del rompeolas de Punta Rincón, sitio donde se ubicará la modificación propuesta (Abril 2015) 9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición de Calma . 12

Cuadro 2: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición de Tormenta 12

Cuadro 3: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición a Largo Plazo 13

Cuadro 4: Magnitud Prevista de Cambios de Temperaturas para las Tres..... 13

Cuadro 5: Resultados de Pruebas de Calidad de Agua de Mar 16

Cuadro 6: Resultados de Pruebas de Sedimento Marino 17

Cuadro 7: Especies de Invertebrados Marinos Registradas en el Lecho Blando y Duro, Punta Rincón 19

Cuadro 8: Comparación de los Impactos Identificados en el EsIA Aprobado (2010) y los Identificados por Modificación (2015) 24

Cuadro 9: Comparación de las Medidas Correctoras Recomendadas en el en el EsIA aprobado (2010) vs. las Presentadas por la Modificación..... 27

ANEXOS

Anexo A- Registro Fotográfico
Anexo B- Informe de Resultados de Buceo Submarino
Anexo C- Resultados de Modelación
Anexo D- Resultados de Calidad de Agua y Sedimentos
Anexo E- Mapa de Área de Desarrollo del Proyecto- Oceanografía

ACRONIMOS

ADP: Área de Desarrollo del Proyecto
CFI: Corporación Financiera Internacional
USEPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
EdI: Especies de Interés

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto "Mina de Cobre Panamá", fue aprobado por la ANAM (ahora Ministerio de Ambiente) mediante la **Resolución DIEORA IA-1210-2011** del 28 de Diciembre de 2011. Como parte de sus componentes dicho proyecto contempla la construcción de una Planta de Generación de Energía situada en el Puerto en Punta Rincón para disponer de energía eléctrica la operación del Proyecto Cobre Panamá. La planta consiste de dos unidades térmicas a carbón, cada una con capacidad nominal de generación de 150 MW. La misma, estará ubicada adyacente al puerto en Punta Rincón. Cada una de las dos unidades térmicas a carbón, tendrá un sistema de ductos para captación y descarga de agua de mar para enfriamiento, independiente para cada unidad. Se estima que se quemarán aproximadamente 840,000 t/a de carbón para producir la energía eléctrica. La captación de agua de mar proporcionará el agua necesaria para el enfriamiento de la planta de generación de energía. Posteriormente, el agua de mar para el sistema de enfriamiento se descargará a través de difusores al Mar Caribe al Este de las instalaciones portuarias (EsIA 2010).

Posterior a la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), surge la oportunidad de reducir las afectaciones ambientales producidas por el proyecto, mediante la modificación de la localización de los ductos de captación y descarga del agua de enfriamiento de la planta de generación de energía.

Los cambios propuestos involucran ubicar los ductos dentro de la infraestructura del rompeolas y del Puerto en Punta Rincón, evitando de esta manera la necesidad de dragados y zanjas para la instalación de las estructuras. La modificación propuesta permite la eliminación de impactos a los sedimentos marinos, pérdida del hábitat marino natural y cambios en la morfología costera que se generarían con la localización original aprobada.

En base a lo anterior y cumpliendo con la Resolución DIEORA IA-1210-2011 del 28 de Diciembre de 2011 se solicita la modificación del proyecto, según el Decreto Ejecutivo No.123 de 14 de agosto de 2009, modificado con el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 de agosto de 2011 y el Decreto Ejecutivo No. 975 de 2012, el cual regula el tema de las modificaciones de los proyectos que ya cuentan con un EsIA aprobado.

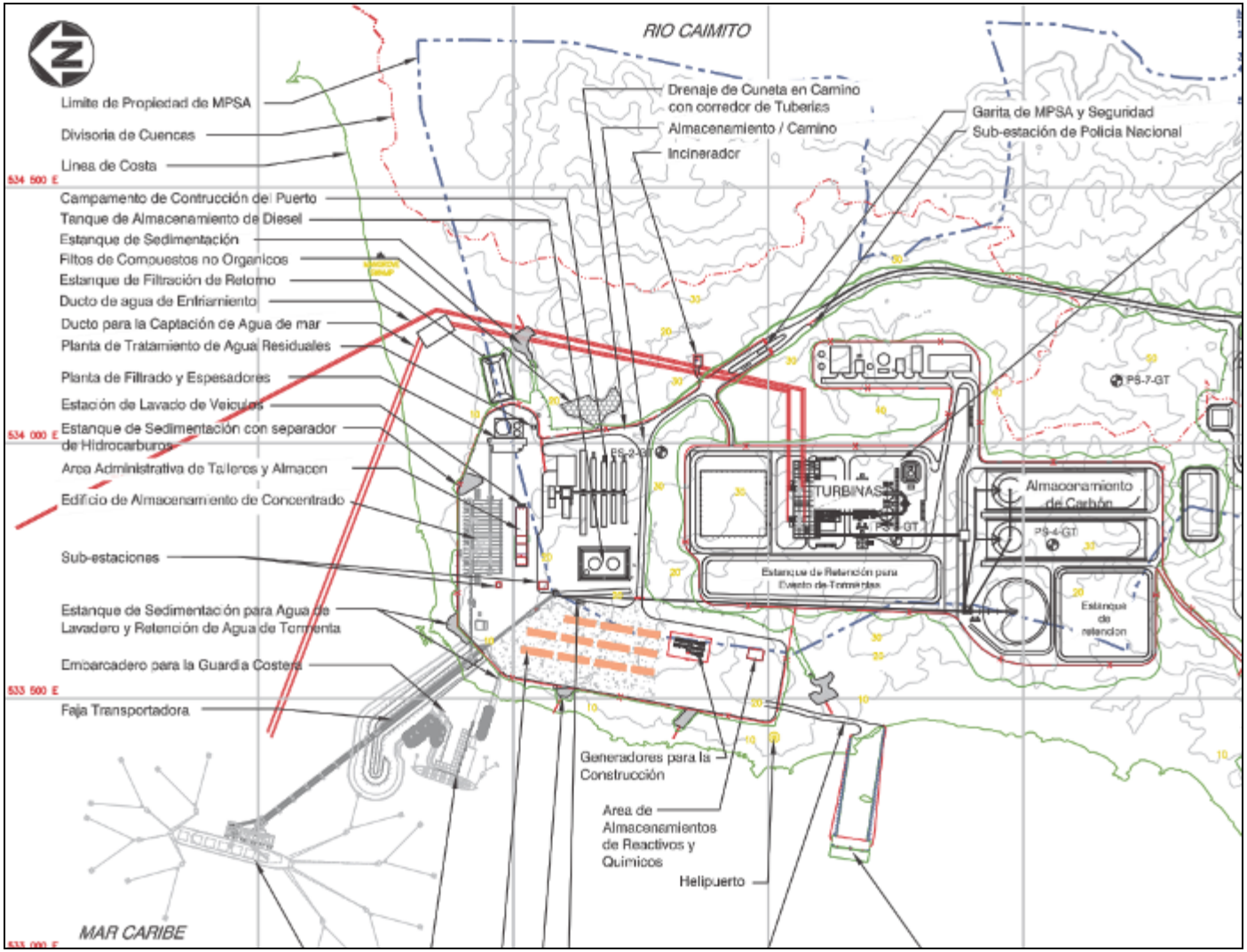
2. DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN A REALIZAR VERSUS LOS COMPONENTES DEL PROYECTO DEL ESIA APROBADO

El diseño original presentado en el Estudio de Impacto Ambiental y Social (2010), fue aprobado por la ANAM (ahora MiAmbiente) mediante **Resolución DIEORA IA-1210-2011** del 28 de Diciembre de 2011. De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental y Social (2010), se contemplaba utilizar para la captación y descarga del agua de mar empleada para el enfriamiento de la planta de generación de energía, dos ductos para la captación con un diámetro aproximado de 2.0 metros y otros dos ductos para la descarga, de aproximadamente 1.6 metros de diámetro.

La captación fue ubicada adyacente al puerto a una profundidad aproximada de 15 m (Ver Figura 1). El ducto de salida (descarga), al Este del puerto a una profundidad de aproximadamente 8 m, equipado con difusores para mejorar la dispersión en el océano y limitar el incremento de temperatura en una zona de mezcla predeterminada a 3°C o menos de acuerdo con los lineamientos ambientales de la Corporación Financiera Internacional (CFI).

El método de construcción contemplaba la excavación de una zanja en la zona arenosa del borde de la playa, instalación del ducto y posterior relleno con todo el material excavado. Los difusores de la descarga serían enterrados en zanjas en el lecho marino al borde de la playa para protegerlos del daño producido por las olas y corrientes durante las tormentas.

Figura 1: Localización de los Ductos de Captación y Descarga de Agua de Enfriamiento, EsIA Aprobado (2010)


RIO CAIMITO
Limite de Propiedad de MPSA
Divisoria de Cuencas
Linea de Costa
534 500 E
Campamento de Contrucción del Puerto
Tanque de Almacenamiento de Diesel
Estanque de Sedimentación
Filtos de Compuestos no Organicos
Estanque de Filtración de Retorno
Ducto de agua de Enfriamiento
Ducto para la Captación de Agua de mar
Planta de Tratamiento de Agua Residuales
Planta de Filtrado y Espesadores
Estación de Lavado de Vehiculos
534 000 E
Estanque de Sedimentación con separador de Hidrocarburos
Area Administrativa de Talleres y Almacen
Edificio de Almacenamiento de Concentrado
Sub-estaciones
Estanque de Sedimentación para Agua de Lavadero y Retención de Agua de Tormenta
Embarcadero para la Guardia Costera
533 500 E
Faja Transportadora
Drenaje de Cuneta en Camino con corredor de Tuberias
Almacenamiento / Camino
Incinerador
Garita de MPSA y Seguridad
Sub-estación de Policia Nacional
PS-7-GT
TURBINAS
PS-4-GT
Almacenamiento del Carbón
Estanque de Retención para Evento de Tormentas
Estanque de retencion
Generadores para la Construcción
Area de Almacenamientos de Reactivos y Quimicos
Helipuerto
MAR CARIBE

La modificación que se pretende realizar consiste en la optimización de la ubicación y el diseño de captación y descarga de agua de mar para enfriamiento de la planta de generación de energía. El objetivo de la modificación es el mejorar tanto la construcción y operación de las estructuras como la reducción de los impactos ambientales, mediante la asociación de la ubicación de los ductos de captación y descarga de agua de enfriamiento con las infraestructuras del rompeolas y el puerto, también contemplados dentro del EsIA aprobado. Al ubicar los ductos dentro de estas infraestructuras, se simplifica la instalación de los mismos y se desestima la necesidad de ejecución de dragados y zanjas lo que genera directamente una reducción de los impactos ambientales en el medio marino.

Como parte del proceso de selección de la modificación propuesta para la optimización de la localización de los ductos de captación y descarga del agua de mar se consideraron tres (3) opciones de diseño. Con el objetivo de determinar si el sitio propuesto para la nueva localización de los ductos es adecuado se realizó la modelación térmica de las descargas (Ver Anexo C, Ausenco 2015) para la evaluación de los impactos ambientales asociados a las opciones estudiadas para la ubicación de los ductos de agua marina. De igual manera, la modelación evaluó el posible impacto de la descarga del agua de mar en los hábitats sensibles cercanos, incluyendo áreas existentes o presuntas de hábitat de fondo duro profundas, áreas de hábitat de fondo duro poco profundas, áreas de vegetación de fondo blando y la desembocadura del río Caimito y se comparó el efecto con el diseño original del EsIA aprobado.

Producto de la modelación realizada, la opción escogida consiste en un sistema de ducto de captación ubicado dentro de la dársena del Puerto Punta Rincón, asociados a la infraestructura del puerto y dos ductos de salida con diámetro de 2 metros (m) y difusores de 0.6 metros de diámetro cada 4 metros situados a lo largo de un tramo de 140 m, a instalarse completamente dentro del gran blindaje de roca localizado en la parte externa del rompeolas. Los ductos se instalarán adyacentes dentro del rompeolas (escollera) a una elevación de 0 metros. (Figura 2, Figura 3 y Figura 4).

Figura 2: Propuesta de la Ubicación de los Ductos de la Captación y Descarga del Agua de Enfriamiento

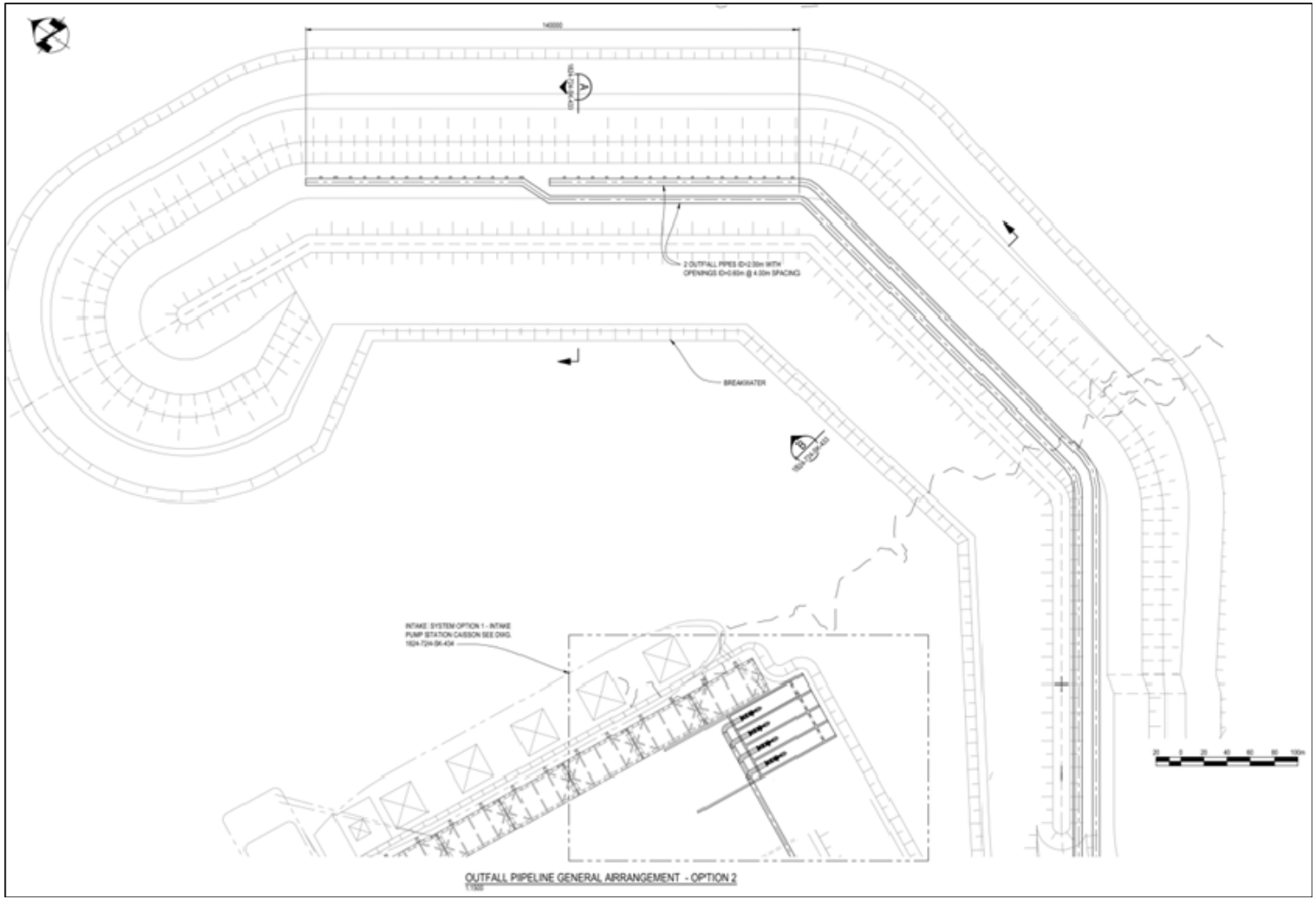

2 OUTFALL PIPES ID=2.00m WITH
OPENINGS ID=0.60m @ 4.00m SPACING
BREAKWATER
INTAKE SYSTEM OPTION 1 - INTAKE
PUMP STATION CAISSON SEE DWG.
OUTFALL PIPELINE GENERAL ARRANGEMENT - OPTION 2

Figura 3: Vista Lateral de los Ductos de Agua de Mar.

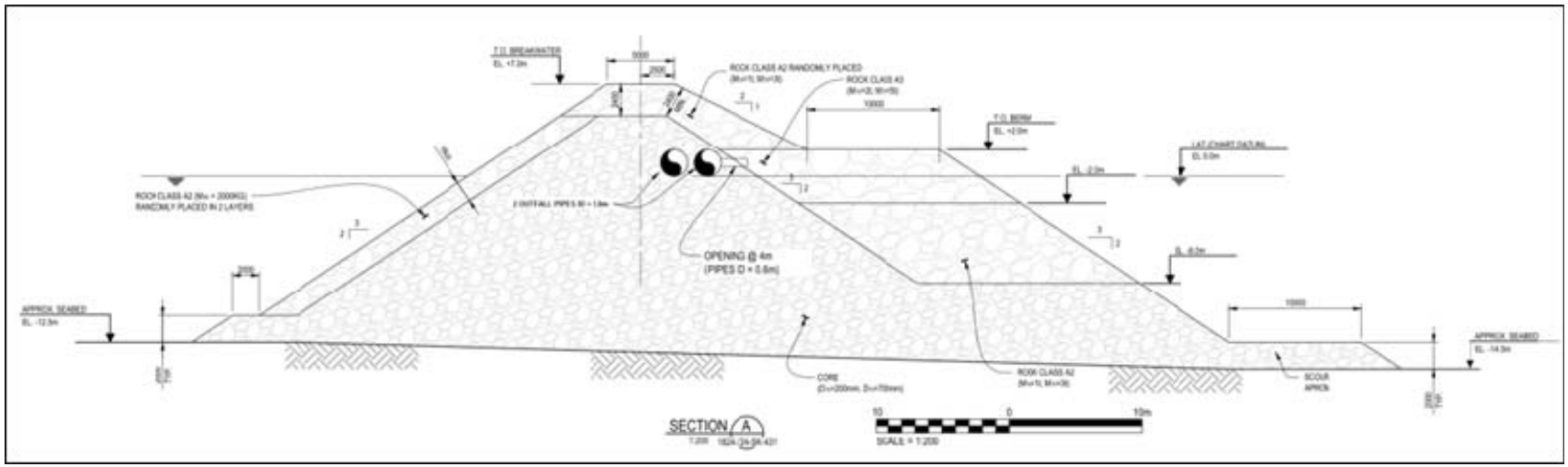


Figura 4: Vistas del rompeolas de Punta Rincón, sitio donde se ubicará la modificación propuesta (Abril 2015)

Fuente: ERM Panamá

Resultados de las modelaciones

Para la evaluación del diseño de los ductos de entrada y salida de agua marina para el enfriamiento de la planta de energía, se utilizó una combinación de los modelos CORMIX, MIKE 21, FEFLOW[1] y DELFT3D[2]. Detalles adicionales de estos modelos se presentan en el reporte completo de la modelación en el Anexo C.

Los trabajos de modelación consideraron tres escenarios principales (calma, tormenta y condiciones a largo plazo) para dos áreas principales de estudio (campo cercano y campo lejano). El campo cercano se define como el área en donde la mezcla térmica está dominada por el movimiento de las aguas descargadas, las cuales impulsan la energía para la zona de mezclado; mientras que el campo lejano, se define como el área en donde termina el área del campo cercano, en donde el mezclado térmico está dominado por las condiciones ambientales del mar (Anexo C, Ausenco 2015). Cabe mencionar que las modelaciones realizadas, incluyeron en sus análisis el uso de los difusores indicados como medida de mitigación en el EsIA aprobado, lo cual se aprecia en los resultados obtenidos.

- **Escenario Campo Cercano**

Para la modificación propuesta en la cual el agua de enfriamiento será liberada a la superficie del océano mientras se difunde a través de la capa de blindaje del rompeolas, se empleó una combinación de los modelos FEFLOW y DELFT3D, para evaluar la dispersión del agua de enfriamiento. FEFLOW fue utilizada para modelar el flujo a través de la capa de roca sobre el rompeolas y es un programa computacional que usa el análisis de elementos finitos para resolver las ecuaciones de flujo de aguas subterráneas para condiciones de saturación y no saturación. DELFT3D es un programa tridimensional hidrodinámico, el cual calcula el flujo no estacionario y el fenómeno de transporte que resultan de las fuerzas meteorológicas y de oleajes. Los resultados fueron usados como una entrada hacia DELFT3D para comprender la dispersión térmica del agua descargada cuando sale del rompeolas. El modelo FEFLOW muestra que liberando el agua de enfriamiento desde múltiples difusores a través de 140 m en el rompeolas, las rocas producen una optimización notable de la difusión térmica.

- **Escenario Campo Lejano**

Para el análisis de campo lejano se empleó un modelo tridimensional mediante los programas Deltares' DELFT3 utilizando la información disponible de batimetría, ubicación de hábitats sensibles y de condiciones meteorológicas y oceanográficas consideradas en el EsIA aprobado, las cuales fueron simuladas para las condiciones de calma, condición de tormenta y condición a largo plazo.

Los resultados de las condiciones térmicas del campo lejano, bajo las diferentes condiciones modeladas (calma, de tormenta y a largo plazo) son presentados a continuación:

[1] http://www.feflow.info/fileadmin/FEFLOW/download/manuals/demo_exercise_espanol.pdf

[2] http://oss.deltares.nl/web/delft3d/home;jsessionid=5A726BD9170785A7CBD0A1866CDAA0ED

Condiciones de Calma

Los resultados del modelo durante las condiciones más conservadoras, las cuales son durante el mar en calma y en el escenario poco común de que no fluyan las Corrientes del Caribe (causadas por el giro Colombia-Panamá), mostraron que es probable que haya un área limitada enfrente del rompeolas con temperaturas mayores de 3ºC por encima de la ambiental, sin embargo el incremento de la temperatura es <0.5°C dentro de los 100 m de la zona de mezcla recomendada por CFI. Se espera que esta área este limitada a la interfaz del rompeolas con el mar, como es demostrado por las predicciones. En resumen, la modelación estima que la pluma del agua de enfriamiento está dirigida a aguas profundas hacia el Noreste, los cambios en la temperatura del agua del fondo en la proximidad de la captación y descarga son insignificantes durante las condiciones de calma y el contorno de cambio de temperatura correspondiente a la aparición de un hábitat de bajo riesgo (i.e., aumento <0.7°C) no se superpone a ninguno de los hábitats sensibles identificados en el EsIA (2010).

Condiciones de Tormenta

Se determinó que la temperatura máxima promedia de la superficie en la proximidad de la descarga durante condiciones de tormenta se encuentra 0.7°C sobre la del ambiente, indicando la mezcla vigorosa con la profundidad debido a la actividad de las olas por la tormenta. Las temperaturas de fondo previstas en la proximidad del desagüe están entre 0.1°C y 0.2°C sobre la temperatura ambiente y el contorno del cambio de la temperatura correspondiente a la aparición de riesgo moderado del hábitat (i.e. 0.7°C sobre ambiente) no se superpone a ninguno de los hábitats de aguas poco profundas identificados en el EsIA (2010).

Condiciones a Largo Plazo

Se determinó que la temperatura máxima del agua de la superficie promedio en la proximidad de la descarga, durante las condiciones a largo plazo, se encuentran entre 0.7 y 2.9°C sobre la temperatura ambiente en un área estrecha de 100 m. El cambio de la temperatura de la profundidad en la proximidad de la captación se encuentra entre 0.1°C y 0.2°C y el contorno del cambio de la temperatura correspondiente a riesgo moderado del hábitat (i.e., 0.7°C) no se superpone a ninguna de las áreas sensibles identificadas en el EsIA (2010).

Resumen Final

En los Cuadros 1, 2 y 3 se muestran la comparación del cambio máximo de temperatura en el hábitat de áreas de profundidad para la localización de la descarga de acuerdo a la modificación vs el diseño original aprobado en el EsIA, evaluando el posible impacto de la descarga del agua de mar en los hábitats sensibles cercanos, incluyendo áreas existentes o presuntas de hábitat de fondo duro profundas, áreas de hábitat de fondo duro poco profundas, áreas de vegetación de fondo blando y la desembocadura del río Caimito (Ver

Anexo C). Cabe mencionar que los valores presentados en los cuadros son una compilación de los resultados obtenidos de la simulación de las condiciones de tormenta, calma y a largo plazo.

Cuadro 1: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición de Calma

Hábitat	EsIA Aprobado (Golder, 2010)	Modificación Propuesta (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.1°C	0.1 a 0.2°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	Sin cambio en la profundidad
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio

Cuadro 2: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición de Tormenta

Hábitat	EsIA Aprobado (Golder, 2010)	Modificación Propuesta (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.2°C	0.1°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	Sin cambio en la profundidad
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.1°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio

Cuadro 3: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición a Largo Plazo

Hábitat	EsIA Aprobado (Golder, 2010)	Modificación Propuesta (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio

El siguiente cuadro, presenta una comparación entre las magnitudes de los cambios en la temperatura del agua previstos para el concepto del diseño presentado en el EsIA y en la modificación propuesta.

Cuadro 4: Magnitud Prevista de Cambios de Temperaturas para las Tres Opciones del Modelo

Extensión	EsIA Aprobado (Golder, 2010)		Modificación (Ausenco 2015)	
	Efecto	Magnitud	Efecto	Magnitud
Campo lejano	Leve Aumento	Baja	Leve Aumento	Baja
Campo cercano	Aumento	Alta a Moderada	Aumento	Alta a Moderada
Estuario río Caimito (dentro)	No se predice cambio	No hay efecto	No se predice cambio	No hay efecto

Conclusiones

Basado en las modelaciones térmicas desarrolladas por el Promotor (Ver Anexo C), se concluye que:

1) El efecto de la circulación oceánica a gran escala predominante, conocida como el giro Colombia-Panamá, es inducir corrientes dirigidas hacia aguas profundas al Noreste del rompeolas aproximadamente 90% del tiempo. El modelo muestra que dichas corrientes tienen una fuerte tendencia a transportar el agua de enfriamiento

descargada, lejos de la orilla y del hábitat del fondo del mar presente cerca del área del proyecto.

2) El efecto de flotabilidad positivo de la pluma de descarga es significativo. La mezcla en el manto del rompeolas aumenta la profundidad de la liberación del agua de enfriamiento. La difusión del agua de enfriamiento a través del rompeolas resulta en un área más grande de difusión térmica, lo cual a su vez resulta en una dispersión térmica más eficiente generada por la modificación comparado con el diseño original.

3) El área espacial y el grado de impactos termales son limitados y similares a los aprobados por el EsIA. Como es mostrado en los cuadros anteriores, el aumento térmico previsto es generalmente de tan sólo 3 a 10% de la variación natural anual de las temperaturas del océano.

Al igual que el diseño de los ductos presentado en el EsIA aprobado (2010), el nuevo diseño contemplado, también considera el uso de difusores como medida de mitigación para reducir la temperatura del agua de enfriamiento a su descarga al mar. La modificación al estar ubicada dentro de la estructura del rompeolas, permite una mayor dispersión térmica ya que adicionalmente el agua de mar se difundirá a través de la armadura de roca del rompeolas, y por otro lado el proceso de mezclado de agua será aún mayor por la acción del oleaje.

La modificación, originará mayores beneficios ambientales con relación a los diseños aprobados en el EsIA, incluyendo:

1. Se contempla la ubicación del diseño de captación dentro de la dársena del puerto lo que reduce considerablemente las huellas de perturbación asociadas con el diseño original de captación en el EsIA aprobado. Adicionalmente, el diseño de descarga también tiene una huella de perturbación mucho menor a la determinada por el diseño aprobado en el EsIA (2010).

2. No se requiere de dragado y construcción de zanjas en comparación con las estimadas por los diseños del EsIA, lo cual reduce los impactos sobre el fondo marino, asociados con la turbidez generada durante el dragado. Al localizarse los ductos completamente dentro del rompeolas y el Puerto, infraestructuras incluidas y contempladas dentro del diseño del EsIA aprobado, se evitará la generación de perturbaciones en el medio, por lo cual no se producirá un impacto directo sobre los hábitats del fondo marino.

3. No requiere que se construyan infraestructuras dentro del medio marino durante la construcción ya que los ductos se instalarán completamente dentro del rompeolas y el Puerto, lo cual limita aún más el impacto sobre el hábitat del fondo marino.

4. Las modelaciones realizadas en los escenarios y condiciones (calma, tormenta y largo plazo), determinaron cambios muy bajos en la temperatura del agua de mar

luego de la descarga del agua de enfriamiento y que además los valores obtenidos fueron muy similares a los reportados en el EsIA (2010)

3. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO DEL PROYECTO DEL ESIA

3.1. Descripción de los factores físicos:

El área del Proyecto, Puerto Punta Rincón, se localiza en las costas del Caribe en la provincia de Colón, localizado en el promontorio de Punta Rincón, extendiéndose hacia el Mar Caribe en dirección Norte-Oeste hasta aproximadamente 500 metros mar adentro. Por esta razón la descripción de los factores físicos y biológicos se concentrará en los aspectos relevantes del componente marino-costero del proyecto.

Clima

En resumen, el clima tropical existente en la región del Proyecto se caracteriza por presentar una temperatura y humedad relativa elevadas durante todo el año. Las temperaturas típicas en la región del Proyecto oscilan entre 20°C y 32°C y la humedad relativa generalmente se encuentra dentro del rango de 80%.

Los vientos predominantes por lo general se dirigen de Norte a Noreste, con una velocidad promedio de 4,3 m/s. Las precipitaciones tienden a disminuir desde la costa hacia el interior. Los rangos promedio anuales de las precipitaciones fluctúan entre 5,000 mm cerca a la costa, y 3,200 mm tierra adentro.

Playas

El área de la costa, entre la desembocadura del río Caimito y la ensenada de Rincón (bahía al Oeste de Punta Rincón) presenta tres tipos de playas; 1) playa arenosa ligeramente inclinada al Suroeste de Punta Rincón; 2) sección rocosa de la costa que se extiende desde Punta Rincón hacia el Sur y 3) playa arenosa de inclinación moderada que se extiende hacia el Este desde Punta Rincón a la parte baja del río Caimito.

Batimetría

La batimetría en el área de estudio indica un lecho marino inclinado relativamente, poco profundo desde la costa extendiéndose hasta una profundidad de unos 5 metros (aproximadamente del 1% en promedio y un 5% en Punta Rincón). La pendiente del lecho marino aumenta hasta un 2% a profundidades entre 5 a 50 metros. La bahía al Oeste de Punta Rincón, Ensenada de Rincón, es el área menos profunda cerca del puerto.

Corrientes y Mareas

El sitio del puerto está expuesto a mareas mixtas, predominantemente diurnas. Las elevaciones extremas de mareas en el área de Punta Rincón se encuentran dentro del margen de -0.20 a 0.32 msnm. Al compararlas con el margen medio de marea presente en el Atlántico, las mismas concuerdan muy bien, ya que el margen de marea pequeña en el Atlántico es de 0.21 m y el de marea grande de 0.34 m. Se espera que el margen de las

mareas pequeñas tenga solamente un efecto mínimo sobre las corrientes a lo largo de la costa y en el sitio. En cuanto a las corrientes marinas, éstas son afectadas por cuatro fenómenos: 1) olas de largo período procedentes de las aguas mar adentro, 2) los vientos, 3) las mareas y 4) las corrientes marinas de mayor escala. Se estimó una variación de la velocidad de las corrientes para el área de Punta Rincón entre 0.04 y 0.50 m/s, moviéndose en direcciones Este-Noreste, Oeste-Suroeste y Norte-Noreste. Las corrientes superficiales, aproximadamente a los 7 metros de profundidad, forman remolinos a gran escala con flujo hacia el mar localizado en Punta Rincón. Se encontró que existe un pequeño remolino en la Ensenada del Rincón al Oeste de Punta Rincón.

El rango de temperatura del agua de mar en el área de Punta Rincón, se encontró entre 26.70°C y 31.0°C, a profundidades que oscilaron entre 0.00 m y 51.00 m. La temperatura del agua, en el área del proyecto, está fuertemente influenciada por la radiación solar, observándose las temperaturas más altas en la superficie del agua. Se determinó que, existe una reducción de 1ºC a 2ºC en la variación de la temperatura según la profundidad del agua desde la superficie hasta una profundidad de aproximadamente 50 metros. Las temperaturas más cálidas medidas corresponden a Octubre (temperatura superficial promedio de 30.3ºC) y las temperaturas más bajas del agua (la temperatura promedio a 7 m a 9 m de profundidad era 27.4ºC) siendo medidas en Diciembre.

Calidad de Agua Superficial y Sedimentos

Muestras de calidad de agua de mar fueron recolectadas por ERM Panamá el día 21 de Abril del 2015. Las muestras se obtuvieron en dos (2) sitios a saber: en el área del Puerto en Punta Rincon y en el área localizada frente al rompeolas. Las pruebas de laboratorio fueron ejecutadas por el laboratorio certificado Aquatec (Ver Anexo D), dando como resultado los siguientes valores para los parámetros analizados de calidad de agua de mar:

Cuadro 5: Resultados de Pruebas de Calidad de Agua de Mar

Parámetro	Unidad	Promedio Línea Base, EsIA 2010	Muestra 1 Puerto-Punta Rincón	Muestra 2 Área frente al Rompeolas	Límite Máximo
Conductividad eléctrica	µS/cm	38399.55	54100	53500	N.A.
DBO5	mg/L	-	1.3	<1,0	<2
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	-	<0.02	1,2	<0,05
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	7,8	7,8	>4
Potencial de Hidrogeno		7,8	6,60	6,9	6,0 – 9,0
Salinidad	%	-	29,9	30	N.A.
Solidos Disueltos Totales	mg/L	27858.65	34082	31564	<35000
Solidos Suspendidos	mg/L	12,33	<5	<5	<50

Parámetro	Unidad	Promedio Línea Base, EsIA 2010	Muestra 1 Puerto-Punta Rincón	Muestra 2 Área frente al Rompeolas	Límite Máximo
Solidos totales	mg/L	27870,98	34086	31566	<36000
Temperatura	°C	28,09	21,20	20,10	
Turbiedad	NTU	-	1,92	0,99	<25,0
Arsénico	mg/L	0.007346	N.D	N.D	<0,05
Bario	mg/L	0.012827	0,007	0,007	N.A.
Cadmio	mg/L	0.000115	N.D	N.D	<0,005
Cromo Total	mg/L	0.00075	N.D	N.D	N.A.
Mercurio	mg/L	-	N.D	N.D	<0,001
Plata	mg/L	-	N.D	N.D	N.A.
Plomo	mg/L	0.000673	N.D	N.D	<0,01
Selenio	mg/L	0.000538	N.D	N.D	N.A.

Nota: N.A= No Aplica, N.D= No detectado, - Sin datos

Para el análisis de los resultados se utilizó como referencia el Anteproyecto de Norma de Aguas Marinas y Costera. Los valores de las muestras de calidad de agua superficial corresponden a valores típicos de agua marina, para parámetros tales como Solidos Disueltos Totales (Muestra 1: 34082 mg/L y Muestra 2: 31564 mg/L), conductividad eléctrica (Muestra 1: 54100 µS/cm y Muestra 2: 53500 µS/cm) y los demás parámetros analizados se encuentran dentro de los límites del anteproyecto.

De igual manera se tomaron dos (2) muestras para la evaluación de sedimentos marinos en el área frente al Rompeolas y en el área del Puerto Punta Rincón, los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan a continuación:

Cuadro 6: Resultados de Pruebas de Sedimento Marino

Parámetro	Unidad	Promedio Línea Base, EsIA 2010	Resultado Muestra 1 Área frente al Rompeolas	Resultado Muestra 2 Puerto-Punta Rincón	Límite máximo
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/kg	-	1,20	1,80	N.A
Carbono Orgánico Total	%	-	0,64	5,00	N.A
Arsénico	mg/kg	33,38	25,18	11,01	7,24

Parámetro	Unidad	Promedio Línea Base, EsIA 2010	Resultado Muestra 1 Área frente al Rompeolas	Resultado Muestra 2 Puerto-Punta Rincón	Límite máximo
Bario	mg/kg	6,75	68,16	53,86	N.A
Cadmio	mg/kg	<0,02	N.D	<0,010	0,7
Cromo Total	mg/kg	23,25	73,17	27,66	52,3
Mercurio	mg/kg	0,017	N.D	<0,001	0,13
Plata	mg/kg	<0,01	N.D	<0,01	N.A
Plomo	mg/kg	1,95	1,2	1,33	30,2
Selenio	mg/kg	0,225	N.D	<0,077	N.A

Nota: N.A= No Aplica, N.D= No detectado, - Sin datos

No se dispone de regulaciones panameñas para la calidad de sedimentos, por lo que se utilizó como referencia las Guías Ambientales de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuatica desarrolladas por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (Canadian Council of Ministers of the Environment, CCME, 2002). La calidad de los sedimentos marinos indica concentraciones mayores a los criterios de metales como arsénico (Muestra 1: 25,18 mg/kg y Muestra 2: 11,01 mg/kg), Cromo Total (muestra 1: 73,17mg/L). Similares condiciones fueron descritas en los resultados de calidad de sedimentos marinos del EsIA aprobado.

3.2. Descripción de los factores biológicos:

La línea base de biología marina para el área de estudio se determinó como un área del litoral del Golfo de los Mosquitos que incluye aproximadamente 250 km de litoral que se extienden hasta una profundidad de 50 metros mar adentro. El área de estudio se caracteriza por tener zonas de fondos duros y blandos a profundidades submareales someras y más profundas, áreas de fondo de arena, áreas de arenas expuestas y costas rocosas, y el área del estuario del río Caimito. Para el área, fueron identificados ocho (8) tipos de hábitats en base a los parámetros de batimetría del fondo marino, substrato, tipo de sedimento, influencias del agua y las mareas, y la presencia de especies marinas (flora y fauna); a saber: 1) Áreas y playas de arena intramareales, 2) Áreas intramareales rocosas y penínsulas, 3) Estuario del Río Caimito, 4) Hábitats de fondo duro y somero, 5) Fondos blandos – arenas no consolidadas, 6) Fondos blandos – arenas estables con algas (*Caulerpa prolifera*), 7) Hábitats de fondo duro y profundo y 8) Áreas pelágicas de aguas abiertas.

Producto de la variedad de hábitats presentes en el área del proyecto, en los mismos se encuentra una diversidad de organismos marinos tales como algas, esponjas, corales blandos, coral cerebro (*Scolymia sp*.), coral de fuego (*Millepora sp.),* corales duros

(*Siderastrea siderea, Diploria clivosa*). Se registraron seis grupos principales de invertebrados en las muestras de las áreas intermareales e inframareales, incluyendo: poliquetos (gusanos anélidos), bivalvos (mejillones, almejas), gimnolemados (briozoos), anfioxos (lancetas), gasterópodos (caracoles marinos) y ofiuroideos (estrellas de mar). Los invertebrados más abundantes en las muestras intermareales e inframareales cercanas a la playa fueron los poliquetos.

También se reporta la presencia de fauna sésil como chitones, percebes, gasterópodos, anemonas coloniales, etc., así como organismos móviles como la langosta espinosa *Panulirus argus*) y más de 50 especies de peces entre ellos un lenguado (*Citharichthys spilopterus*), la mojarra rayada (*Diapterus plumieri*), varias especies de pargo (*Lutjanus sp*.), raya (*Dasyatis sp*.), robalo (*Centropomus undecimalis*), *Gerres cinereus*, jurel (*Caranx bartholomaeii*) y jurel (*Caranx hippos*) entre otras. Trabajos completados por MPSA han mostrado también la presencia de especies como el delfín nariz de botella y tres especies de tortugas marinas.

Con el interés de corroborar la información presentada en el EsIA (2010) de la fauna de invertebrados marinos presente en el área del proyecto, el promotor realizó en Abril de 2015 una serie de inmersiones con equipo de buceo, el registro fotográfico esta presentado en el Anexo A y el informe de resultados en el Anexo B (Muñoz 2015).

Se realizaron tres (3) inmersiones con equipo de buceo autónomo (SCUBA) fuera del rompeolas de Punta Rincón el 21 de abril de 2015 a una profundidad de 60 pies aproximadamente. Durante las inmersiones se tomaron fotografías submarinas de los principales componentes de los fondos duros y suaves utilizando una cámara GoPro Hero 3 Black para determinar las condiciones de la zona.

Como resultado de estas inmersiones se encontró que en la zona marina de fondo blando caracterizado por arena media principalmente no parece existir una gran variedad de organismos en comparación con la zona de fondo duro. Los resultados obtenidos por Muñoz confirman la presencia en el área de una serie de organismos que fueron reportados por el EsIA aprobado.

Por su parte, las especies más representativas en el fondo marino duro son los corales verdaderos o Anthozoa con cinco (5) especies identificadas, además de las esponjas o poríferos representadas por seis (6) especies. Los hidrocorales o falsos corales (Hydrozoas) y los crinoideos (Echinodermata, Crinoidea) presentaron una especie cada uno. Dentro de los corales duros, el género Agaricia fue el dominante. Para las esponjas la Clase Demospongia es la dominante con seis (6) especies. En el Cuadro 5 se presentan las especies registradas durante las inmersiones submarinas

Cuadro 7: Especies de Invertebrados Marinos Registradas en el Lecho Blando y Duro, Punta Rincón

Filo	Clase	Especie
Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia fragilis*
Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia sp.*

Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia undata*
Cnidaria	Anthozoa	*Madracis sp.*
Cnidaria	Anthozoa	*Mycetophyllia aliciae*
Filo	**Clase**	**Especie**
Cnidaria	Hydrozoa	*Millepora squarrosa*
Filo	**Clase**	**Especie**
Porifera	Demospongia	*Aplysina fulva*
Porifera	Demospongia	*Callyspongia vaginalis*
Porifera	Demospongia	*Ircina felix*
Porifera	Demospongia	*Mycale microsigmatosa*
Porifera	Demospongia	*Niphates digitalis*
Filo	**Clase**	**Especie**
Echinodermata	Crinoidea	*Nemaster grandis*

Los corales están adaptados a las temperaturas estables de las aguas del trópico, entre 18 y 28ºC, por lo cual el área del proyecto presenta un hábitat adecuado para estas especies manteniendo una temperatura promedio de aproximadamente 27.3ºC. El incremento en la temperatura del agua, producto de la descarga del agua de enfriamiento según las modelaciones realizadas para la modificación propuesta, estaría alrededor del 0.1 a 0.2ºC, lo que generaría un cambio insignificante en la temperatura ambiente del agua, por lo que no causaría afectación a las comunidades coralinas.

3.3. Descripción de los factores socioeconómicos:

Con respecto al componente socioeconómico, el área del proyecto Mina de Cobre comprende los distritos de Donoso (Provincia de Colón) y La Pintada y Penonomé (Provincia de Coclé). La modificación propuesta se encuentra localizada específicamente dentro del área del puerto y rompeolas de Punta Rincón. Dada la naturaleza y ubicación de la modificación, la misma no afectará aspectos del componente socioeconómico del sitio, por lo que no se realizaron entrevistas ni encuestas a las comunidades aledañas.

Las comunidades costeras más cercanas al área del proyecto corresponden al Distrito de Donoso. La mayor parte de las comunidades en el distrito de Donoso es rural y de población poco densa, y se ubica dentro de un área agrícola y boscosa y en un ambiente marino en la costa del Atlántico.

Entre las comunidades costeras cercanas se pueden destacar: Miguel de la Borda, Coclé del Norte y Rio Caimito. La población de las mismas según el censo 2010 es de 1100 habitantes (523, 388 y 199 respectivamente).

Los productos agrícolas más comunes son la mandioca (yuca), el plátano, el banano, el café, el arroz y el maíz, y los cultivos se producen durante todo el año. Los habitantes a lo largo del litoral caribeño, pescan y consumen varias especies de peces comunes y otras especies marinas. La temporada de pesca dura de febrero a octubre cuando las condiciones climáticas son favorables. El área de pesca se extiende desde Camaroncito hasta Los

Uveros en el mar, y desde la desembocadura del Río Coclé del Norte hasta la quebrada El Berraco. Debido a su ubicación estratégica, en un área conformada tanto por bosques como por el litoral y con un río cercano, la mayoría de las familias de la comunidad de río Caimito se dedican a la pesca de subsistencia (93%) y a la recolección de material que utilizan como leña (93%). Cabe destacar que según los resultados de las modelaciones térmicas realizadas, la modificación propuesta no generará impactos sobre las actividades de pesca ya que el resultado de los modelos evidencian que no se producirán cambios térmicos en el área del Río Caimito.

En cuanto a los servicios públicos en las comunidades costeras, la mayoría cuentan con sistema de acueducto desarrollados por la Promotora, debidamente aprobados por el Ministerio de Salud. El porcentaje de viviendas con acceso a agua potable según el censo 2010 es de 100% para Miguel de la Borda y 95% para Coclé del Norte y Rio Caimito. En cuanto al porcentaje de las viviendas con acceso a luz eléctrica según el censo 2010, Miguel de la Borda cuenta con conexión eléctrica en el 92% de las casas, en Rio Caimito el 62% y Coclé del Norte el 45%.

Al igual que en otras áreas rurales y remotas de Panamá, en el ADP, la accesibilidad y calidad de los servicios para el cuidado de la salud no se ofrecen al mismo nivel que en las instalaciones y servicios de salud de las zonas urbanas. Solamente existe un hospital rural, ubicado en Coclesito, y todos los pacientes con alguna enfermedad o lesión seria deben viajar a Penonomé para recibir los cuidados médicos.

Las comunidades costeras cuentan con una carretera en buenas condiciones que va desde Penonomé hasta el área del Puerto en Punta Rincón. De igual manera la promotora brinda transporte dos veces a la semana a los comunitarios de Caimito hasta la mina, para proceder luego con sus traslados utilizando el transporte público.

4. CUADRO COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS A GENERARSE POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO CON EIA APROBADO VS IMPACTOS QUE PUEDA GENERAR LA MODIFICACIÓN CORRESPONDIENTE

Debido a que las modificaciones que se le realizarán al proyecto tan sólo comprenden la zona marina-costera, en el cuadro de impactos no se consideraron los impactos relacionados con el medio terrestre (Cuadro 8). El EsIA aprobado (2010) identificó cuatro impactos al medio físico marino, generados por los ductos de captación y descarga de agua de mar, siendo estos: Cambios en la Morfología Costera, Cambios en la Calidad del Agua y Alteración de Sedimentos y Cambio de Temperatura, y dos al ambiente biológico: Pérdida del Hábitat Marino Natural y Perturbación o Pérdida de Especies de Interés.

Según el EsIA aprobado (2010), los ductos y difusores serán enterrados en zanjas en el lecho marino al borde de la playa, por lo que durante la construcción, se espera que la instalación de los mismos tenga un impacto mínimo en la morfología costera y al suministro de sedimento ya que toda la arena excavada de la playa se volverá a colocar durante el relleno. Para la etapa de operación, igualmente se valoró este impacto como bajo

(Cuadro No. 8). Por su parte, con la ejecución de la modificación propuesta, el impacto será prácticamente insignificante, en vista de que no requiere de excavaciones ni de zanjas, ya que los ductos se instalarán completamente dentro del rompeolas sin generar cambios en la morfología costera, por lo tanto el impacto no aplica para la modificación. (Cuadro 8).

Otro de los impactos generados al medio físico, identificado y evaluado en el EsIA aprobado (2010) es el de la Alteración de la Calidad del Agua de Mar. El área de incidencia de este impacto será el Mar Caribe, cerca de la desembocadura del río Caimito y próximo al puerto en Punta Rincón, específicamente cerca del difusor de la descarga del agua de enfriamiento de la planta de generación de energía. Las descargas de agua de enfriamiento del difusor podrían contener metales disueltos después de la quema de carbón. Se prevé que las concentraciones promedio de cadmio y plomo en el campo cercano sólo serán ligeramente superiores a los criterios de calidad del agua receptora marina. Las descargas del difusor de agua de enfriamiento del puerto tendrán una extensión geográfica entre 1 y 10 km^2, serán continuas, tendrán una duración de más de 72 meses, serán irreversibles y se producirán en un ambiente relativamente intacto. Durante la etapa de operación las concentraciones previstas de cadmio y plomo, provocarán un impacto de magnitud moderada en el punto de evaluación de campo cercano (EsIA, 2010). Para el caso de la modificación propuesta, la situación es similar, en vista de que el agua de enfriamiento igualmente descargará concentraciones de cadmio y plomo similares a las presentadas por el EsIA aprobado (2010), considerándose también una magnitud moderada.

En lo que respecta al impacto de la Alteración de los Sedimentos Marinos, el EsIA aprobado (2010) evaluó, durante la etapa de operación, el arrastre de sedimentos producto de la descarga de las salidas. La velocidad de salida de 6 m/s en el puerto difusor fue ubicada a alrededor de 2 metros sobre el lecho marino y en dirección ascendente a un ángulo de 20 grados de la horizontal. Los cálculos de las velocidades de flujo en el lecho marino debido a la operación del difusor muestran que la descarga térmica traerá como resultado una alteración insignificante de los sedimentos del lecho marino cercanos al difusor. Por lo tanto, la probabilidad de que ocurran impactos en la morfología de los sedimentos en el área de los difusores se considera baja. En tanto que, de acuerdo a la ubicación propuesta en la modificación, el impacto sobre el sedimento no será generado, debido a que los difusores no irán colocados sobre el lecho marino, sino dentro del rompeolas, por lo que este impacto no aplica para la modificación.

Con relación al impacto de Cambio de Temperatura (EsIA 2010), durante la construcción los ductos para la captación y descarga de agua de enfriamiento aun no estarán generando este impacto, por lo que se considera neutro. No obstante, durante la operación la pluma de agua caliente liberada por la planta de generación de energía al Mar Caribe cerca de Punta Rincón, flotará en comparación con el agua de mar más fría que la rodea y subirá a la superficie de la columna de agua. Se estimó que la temperatura ambiente del agua de mar cercana a la orilla (campo cercano) es de 27.3°C y la temperatura del efluente en el puerto del difusor es de 7ºC sobre la temperatura ambiental, en tanto que la temperatura máxima del agua de mar prevista al final de la zona de mezcla de campo cercano (26 m del puerto de difusor) fue de 0.7ºC sobre el nivel del agua ambiental. Ya que la temperatura varía entre 7ºC y 0.7ºC en el campo cercano, el impacto en la magnitud de la temperatura fue considerado alto (Cuadro 8). Por su parte, para el campo lejano, más allá de la zona de

mezcla de campo cercano se determinaron incrementos limitados de temperatura del agua de mar que oscilaron entre 0.1 a 0.4ºC. Según estos datos, la magnitud de los cambios en la temperatura del agua para campo lejano se clasificó como baja (Cuadro 8). Cabe hacer mención que estos cambios en la temperatura del agua, tanto para el campo cercano como para el lejano, cumplen con las directrices de la CFI.

Al comparar estos cambios en la temperatura del agua reportados por el EsIA aprobado (2010) con los estimados para la modificación propuesta, se tiene que para la etapa de operación, en la mayoría de los escenarios y condiciones (calma, tormenta y largo plazo), no se generarán cambios en la temperatura o que los cambios que se produzcan serán insignificantes, con un incremento de la temperatura ambiente del agua que oscilará ente 0.1ºC a 0.2ºC, registrándose algunos aumentos de hasta 0.7ºC de acuerdo a la proximidad o distancia del puerto de desagüe. Por lo tanto la magnitud de este impacto bajo la perspectiva de la modificación, es considerada como baja (Cuadro 8).

Resulta de interés aclarar que, la magnitud del impacto sobre la temperatura del agua ambiente, provocada por la descarga del agua de enfriamiento, sería alta si el diseño no considerara la inclusión de los difusores, los cuales reducen el incremento en la temperatura del agua descargada, mitigando por lo tanto la magnitud del impacto.

Durante la construcción, de acuerdo al EsIA aprobado (2010), los hábitats marinos podrían ser perturbados (perdidos) por la construcción de instalaciones marinas como los ductos para el agua de mar y un difusor. La construcción de dichas instalaciones demandará actividades de desbroce en el área, las cuales incluirán la excavación de zanjas, el apilamiento de sedimentos a lo largo de la zanja y el relleno de las zanjas de los ductos con sedimentos y grava/roca gruesa, generando un impacto de magnitud baja. La potencial pérdida de hábitat marino ocurrida durante la etapa de construcción, puede recuperarse durante la etapa de operaciones, al crearse hábitats artificiales producto de la colonización de las nuevas zonas de roca/grava a lo largo de los ductos de captación y difusión de la descarga de la planta de energía, el impacto sería igualmente de magnitud baja pero, esta vez de carácter positivo. En cuanto a la modificación propuesta, el impacto de Pérdida de Hábitats Naturales Marinos, tanto para la etapa de construcción como para la de operación, no se generaría debido a que esta opción no requiere que se abran zanjas ni que se realicen rellenos, por lo tanto este impacto no aplica para la modificación.

Según la versión actualizada del Plan de Acción de Biodiversidad del sitio del proyecto, existen un total de cinco (5) especies marinas amenazadas o en peligro de extinción definidas como especies de interés (EdI), La lista de EdI también incluye mamíferos marinos tales como: delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*); especies en riesgo de conservación: burrito rayado (*Anisotremus moricandi*), el mero guasa (*Epinephelus itajara*), la tortuga boba (*Caretta caretta*); tortuga verde (*Chelonia mydas)*; tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). Se registraron durante los muestreos varias especies de corales, sin embargo las tres especies de corales consideradas como EdI según el EsIA 2010 no fueron observadas durante los muestreos realizados en el área del proyecto, ni en el presente ni en el pasado, por lo que no fueron tomadas en cuenta para la evaluación del impacto. Es de interés mencionar que los corales están adaptados a las temperaturas estables de las aguas del trópico, entre 18 y 28ºC, por lo

cual el área del proyecto presenta un hábitat adecuado para estas especies manteniendo una temperatura promedio de aproximadamente 27.3ºC. El incremento en la temperatura del agua, producto de la descarga del agua de enfriamiento según la modificación propuesta, estaría alrededor del 0.1 a 0.2ºC, lo que generaría un cambio insignificante en la temperatura ambiente del agua, por lo que no causaría afectación a las comunidades coralinas.

Según el diseño original, durante la construcción, este impacto podría generar perturbación sobre las especies EdI, provocando principalmente su alejamiento del sitio. Dados los esfuerzos de mitigación propuestos para reducir los impactos ambientales negativos, la magnitud de este impacto se prevé como insignificante para todas las EdI (Cuadro 8). No obstante, para la etapa de operación, el arrastre de organismos marinos hacia los ductos de captación de agua de la planta de generación de energía puede considerarse como un impacto negativo de magnitud baja (Cuadro 8). El arrastre de organismos marinos estará asociado a organismos pequeños como el plancton (fitoplancton y zooplancton), huevos y larvas de peces pequeños y otros invertebrados, que no son considerados parte de la lista de las EdI marinas. El arrastre físico y el impacto de los organismos marinos en los ductos de captación de agua de mar, no se consideró un tema clave para las EdI y no fueron tratados de manera detallada por el EsIA aprobado (2010). Por su parte, el EsIA determinó que la temperatura del agua de enfriamiento descargada variará entre 0.1 y 1ºC sobre la temperatura ambiente, lo cual se consideró que se encontraba dentro del rango de variación de temperatura del agua superficial marina natural.

Se estima que en base a la modificación propuesta, durante la construcción, la instalación de los ductos de captación y descarga de agua de enfriamiento no generará ningún impacto sobre la biota marina (Cuadro 8). En la operación, ocurrirá algo similar a lo expresado en el EsIA aprobado (2010) producto del arrastre de organismos hacia el ducto de captación, atrayendo organismos pequeños de poca importancia ecológica y que se encuentran en bajas densidades, por lo que se considera una alteración insignificante.

Cuadro 8: Comparación de los Impactos Identificados en el EsIA Aprobado (2010) y los Identificados por Modificación (2015)

Impactos EsIA Aprobado (2010)			**Impactos Modificación (2015)**		
Cambios en la Morfología Costera (-)			**Cambios en la Morfología Costera (+/-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
Fuera del ADP*	Cambio mínimo previsto	Baja	Fuera del ADP	N/A	N/A
Dentro del ADP*	Cambio mínimo previsto	Baja	Dentro del ADP	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	No se prevé cambio	Sin impacto	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Cambios en la Morfología Costera (-)			**Cambios en la Morfología Costera (+/-)**		
Etapa de Operación			**Etapa de Operación**		

Extensión Geográfica	Impacto	Magnitud	Extensión Geográfica	Impacto	Magnitud
Fuera del ADP*	Se prevé una alteración insignificante	Baja	Fuera del ADP	N/A	N/A
Dentro del ADP*	Se prevé una alteración insignificante	Baja	Dentro del ADP	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	No se prevé cambio	Sin impacto	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Cambios en la Calidad del Agua (-)			**Cambios en la Calidad del Agua (-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
En campo cercano	N/A	N/A	En campo cercano	N/A	N/A
En campo lejano	N/A	N/A	En campo lejano	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	N/A	N/A	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Cambios en la Calidad del Agua (-)			**Cambios en la Calidad del Agua (-)**		
Etapa de Operación			**Etapa de Operación**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
En campo cercano	Pequeño incremento de concentraciones de parámetros	Moderada	En campo cercano	Pequeño incremento de concentraciones de parámetros	Moderada
En campo lejano	Pequeño incremento de concentraciones de parámetros	Moderada	En campo lejano	Pequeño incremento de concentraciones de parámetros	Moderada
Estuario del río Caimito	N/A	N/A	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Alteración de Sedimentos Marinos (-)			**Alteración de Sedimentos (+/-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
En campo cercano	N/A	N/A	En campo cercano	N/A	N/A
En campo lejano	N/A	N/A	En campo lejano	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	N/A	N/A	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Alteración de Sedimentos Marinos (-)			**Alteración de Sedimentos Marinos (+/-)**		

Etapa de Operación			Etapa de Operación		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
En campo cercano	Alteración insignificante	Baja	En campo cercano	N/A	N/A
En campo lejano	N/A	N/A	En campo lejano	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	N/A	N/A	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Cambio de Temperatura (+/-)			**Cambio de Temperatura (+/-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
Fuera del campo cercano	N/A	N/A	Fuera del campo cercano	N/A	N/A
Dentro del campo cercano	N/A	N/A	Dentro del campo cercano	N/A	N/A
Estuario del río Caimito	N/A	N/A	Estuario del río Caimito	N/A	N/A
Cambio de Temperatura (-)			**Cambio de Temperatura (-)**		
Etapa de Operación			**Etapa de Operación**		
Extensión Geográfica	**Impacto**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Impacto**	**Magnitud**
Fuera del campo cercano	Pequeño aumento de la temperatura	Baja	Fuera del campo cercano	Pequeño aumento de la temperatura	Baja
Dentro del campo cercano	Aumento de la temperatura	Alta	Dentro del campo cercano	Pequeño aumento de la temperatura	Baja
Estuario del río Caimito	No se prevé cambios	Sin impactos	Estuario del río Caimito	No se prevé cambios	Sin impactos
Pérdida del Hábitat Marino Natural (-)			**Pérdida del Hábitat Marino Natural (+/-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**
< 1 km2	Evidencia de impactos negativos existentes	Baja	N/A	N/A	N/A
Pérdida del Hábitat Marino Natural (+)			**Pérdida del Hábitat Marino Natural (+/-)**		
Etapa de Operación			**Etapa de Operación**		
Extensión Geográfica	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**
< 1 km2	Área	Baja	N/A	N/A	N/A

	relativamente intacta				
Perturbación o Pérdida de Especies de Interés (-)			**Perturbación o Pérdida de Especies de Interés (+/-)**		
Etapa de Construcción			**Etapa de Construcción**		
Extensión Geográfica	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**
< 1 km2	Evidencia de impactos negativos existentes	Baja	N/A	N/A	N/A
Perturbación o Pérdida de Especies de Interés (-)			**Perturbación o Pérdida de Especies de Interés (-)**		
Etapa de Operación			**Etapa de Operación**		
Extensión Geográfica	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**	**Extensión Geográfica**	**Contexto Ecológico**	**Magnitud**
< 1 km2	Área relativamente intacta	Baja	< 1 km2	Área relativamente intacta	Baja

ADP = Área de Desarrollo del Proyecto; N/A = No Aplica; (-) = Impacto Negativo; (+) = Impacto Positivo; (+/-) = Impacto Neutro. * El Área de Desarrollo del Proyecto considerado para evaluar los aspectos de morfología costera fue delimitado en el EsIA 2010, el mismo incluye la huella del proyecto así como una zona de amortiguamiento de 250 m, Ver mapa en el Anexo E.

5. CUADRO COMPARATIVO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS PRESENTADOS EN EL EIA APROBADO VS LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE PUEDA GENERAR LA MODIFICACIÓN CORRESPONDIENTE

En esta sección se presenta una comparación de las medidas de mitigación y compensación consideradas en el EsIA aprobado (2010) y las mitigaciones propuestas por la modificación. Algunos de los impactos identificados por el EsIA aprobado (2010), se estima que no ocurrirán con la implementación de la modificación (Opción 3).

Cuadro 9: Comparación de las Medidas Correctoras Recomendadas en el EsIA aprobado (2010) vs. las Presentadas por la Modificación

Medidas EsIA Aprobado (2010)	Medidas Modificación del EsIA (2015)
Medidas Para el Control del Cambio en la Morfología Costera	
Etapa de Construcción • Excavación de cunetas de los ductos para el difusor de	**Etapa de Construcción**

entrada y salida hacia el lecho marino en el borde de la playa, para protegerlos del daño de las olas y las corrientes durante las tormentas y el relleno de las cunetas con todo el material extraído por excavación. • Determinar los posibles cambios en la morfología costera del litoral en los lugares en los que se ha propuesto la instalación de ductos para confirmar la baja magnitud del impacto previsto.	No Aplica
Etapa de Operación • Monitorear los posibles cambios en la morfología costera del litoral en los lugares donde se hayan colocado los ductos de entrada y salida del agua de enfriamiento.	**Etapa de Operación** No Aplica
Medidas Para el Control del Cambio de la Calidad del Agua	
Etapa de Construcción No Aplica	**Etapa de Construcción** No Aplica
Etapa de Operación • Implementar un programa de monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos. • Brindar tratamiento adicional en caso de que el monitoreo del efluente de agua de enfriamiento indique que las concentraciones de metales son superiores a los valores previstos. • Diseñar el difusor de agua de enfriamiento de tal manera que maximice la mezcla de efluentes del difusor al medio ambiente marino aledaño.	**Etapa de Operación** • Implementar un programa de monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos. • Brindar tratamiento adicional en caso de que el monitoreo del efluente de agua de enfriamiento indique que las concentraciones de metales son superiores a los valores previstos. • Diseñar el difusor de agua de enfriamiento de tal manera que maximice la mezcla de efluentes del difusor al medio ambiente marino aledaño.
Medidas Para el Control de la Alteración de Sedimentos Marinos	
Etapa de Construcción No Aplica	**Etapa de Construcción** No Aplica
Etapa de Operación • Implementar un programa de monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos. • Diseñar el difusor de agua de enfriamiento de tal manera que maximice la mezcla de efluentes del difusor al medio ambiente marino aledaño.	**Etapa de Operación** • No Aplica
Medidas Para el Control del Cambio de Temperatura	
Etapa de Construcción No Aplica	**Etapa de Construcción** No Aplica
Etapa de Operación • Colocación de los ductos de captación y descarga de agua de enfriamiento sobre el lecho marino. • Ductos de captación tipo sifón. • Ductos de captación adyacente al muelle a una profundidad de aproximadamente 15 m.	**Etapa de Operación** • Colocación de los ductos de descarga de agua de enfriamiento dentro del blindaje de rocas del rompeolas y los ductos de captación dentro de la infraestructura del puerto. • Ductos de captación tipo sifón

• Ductos de salida enterrados en zanjas en el lecho marino a una profundidad de 8 metros. • Ductos equipados con difusores para mejorar la dispersión en el océano. • Ductos de salida (2) de 1.6 metros de diámetro cada uno y a una profundidad de aproximadamente 15 m. • Descarga máxima de 56,780 m^3/h	• Reubicación de los ductos de captación dentro de la dársena del puerto (dentro del rompeolas y asociado con la construcción de cajones hidráulicos planeados). • Los ductos de salida se encuentran totalmente dentro del blindaje de roca ubicado hacia la parte externa del rompeolas (escollera) • Ductos equipados con difusores de 0.6 m de diámetro para mejorar la dispersión en el océano. • Reubicación de los ductos de salida (2) de 2.0 metros de diámetro cada uno a una profundidad de 2 m y ubicados dentro del blindaje de roca. • Descarga máxima de 56,780 m^3/h.
Medidas Para el Control de la Pérdida del Hábitat Marino Natural	
Etapa de Construcción • Inventario de pre-construcción de los hábitats marinos naturales dentro del ADP. • Monitoreo de los hábitats naturales dentro del ADP. • Diseño y construcción para limitar la huella del Proyecto y la extensión de la pérdida de hábitats, especialmente los hábitats clave, tales como los hábitats de fondo duro.	**Etapa de Construcción** No Aplica
Etapa de Operación • Afinamientos de diseño continuos, operación y mantenimiento de los ductos de captación de agua y del sistema difusor de descarga de agua para limitar la velocidad de captación y la descarga térmica y el arrastre e impacto de los organismos marinos planctónicos. • Mejora del ambiente marino mediante la creación de hábitats marinos de fondo duro y mediante el incremento de hábitats marinos artificiales por la presencia de las nuevas instalaciones. • Uso y mantenimiento de sistemas de filtros de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008). • Restricción de las velocidades de captación de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008).	**Etapa de Operación** • Afinamientos de diseño continuos, operación y mantenimiento de los ductos de captación de agua para limitar la velocidad de captación y el arrastre e impacto de los organismos marinos planctónicos. • Uso y mantenimiento de sistemas de filtros de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008). • Restricción de las velocidades de captación de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008).
Medidas Para el Control de la Perturbación o Pérdida de Especies de Interés	
Etapa de Construcción • Inventario de pre-construcción de las especies de interés dentro del ADP y del área de amortiguamiento de 250 m. • Monitoreo del uso y distribución del hábitat de las especies dentro de la huella del Proyecto y de la zona de amortiguamiento de 250 m. • Restricción del ADP y la extensión de la pérdida de hábitats, especialmente los hábitats clave utilizados por las especies de interés, tales como los hábitats de fondo duro. • Alineamiento, colocación y diseño detallados de los ductos de captación y descarga para limitar la pérdida de hábitats durante la construcción y permitir el paso de peces y el desplazamiento de la corriente.	**Etapa de Construcción** • Inventario de pre-construcción de las especies de interés dentro del ADP y del área de amortiguamiento de 250 m. • Monitoreo del uso y distribución del hábitat de las especies dentro de la huella del Proyecto y de la zona de amortiguamiento de 250 m. • Restricción del ADP y la extensión de la pérdida de hábitats, especialmente los hábitats clave utilizados por las especies de interés, tales como los hábitats de fondo duro. • Ubicaciones de los ductos de captación y difusión de descarga de acuerdo con los lineamientos para

• Ubicaciones de los ductos de captación y difusión de descarga de acuerdo con los lineamientos para la captación de agua de plantas térmicas de la CFI para limitar el arrastre y el impacto en la biota marina (CFI 2008) y la conveniencia del área (USEPA 1977). • Facilitar mejoras de manejo y aplicación de las áreas protegidas para asegurar la permanencia a largo plazo de EdI marinas. • Apoyo a la investigación para fomentar el conocimiento de las EdI marinas. • Apoyo al desarrollo comunitario y programas educativos que promueven el uso sostenible del ambiente marino. • Manejo de especies exóticas.	la captación de agua de plantas térmicas de la CFI para limitar el arrastre y el impacto en la biota marina (CFI 2008) y la conveniencia del área (USEPA 1977). • Facilitar mejoras de manejo y aplicación de las áreas protegidas para asegurar la permanencia a largo plazo de EdI marinas. • Apoyo a la investigación para fomentar el conocimiento de las EdI marinas. • Apoyo al desarrollo comunitario y programas educativos que promueven el uso sostenible del ambiente marino. • Manejo de especies exóticas.
Etapa de Operación • Monitoreo de la distribución de las especies de interés cerca de las ubicaciones de captación y difusión de descarga para implementar de manera potencial un plan de reubicación. • Uso y mantenimiento de sistemas de filtros de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008). • Restricción de las velocidades de captación de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008)**.**	**Etapa de Operación** • Monitoreo de la distribución de las especies de interés cerca de las ubicaciones de captación y difusión de descarga para implementar de manera potencial un plan de reubicación. • Uso y mantenimiento de sistemas de filtros de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008). • Restricción de las velocidades de captación de conformidad con los lineamientos de la CFI de captación de plantas térmicas para limitar el arrastre e impacto de la biota marina (CFI 2008). • Aplicación de las medidas correctoras presentadas para el impacto de cambio en la temperatura, en relación a la localización e instalación del nuevo diseño de ductos y difusores.

6. COPIA DE LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL EIA

República de Panamá

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE

RESOLUCIÓN DIEORA IA-1210-2011
De 28 de Diciembre de 2011.

Que aprueba el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, correspondiente al proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ.**

El suscrito Administrador General Encargado, de la Autoridad Nacional del Ambiente, ANAM, en uso de sus facultades legales, y

CONSIDERANDO:

Que la empresa **MINERA PANAMÁ, S. A.,** persona jurídica, que según certificación expedida por el Registro Público aparece inscrita a la Ficha 303869, Rollo 46505, Imagen 96, y cuyo representante legal es el señor **ERNEST MAST,** se propone realizar un proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ.**

Que en virtud de lo antedicho, el día 10 de septiembre de 2010, el representante legal, el señor **ERNEST MAST** con pasaporte personal BA153338, presentó un Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, elaborado bajo la responsabilidad de la empresa **GOLDER ASSOCIATES PANAMÁ, S. A.,** persona jurídica, inscrita en el Registro de Consultores Idóneos que lleva la Autoridad Nacional del Ambiente, ANAM, mediante la Resolución IRC-033-08.

Que según la documentación aportada por el peticionario junto al memorial de solicitud correspondiente, el Proyecto objeto del aludido Estudio de Impacto Ambiental, consiste en el aprovechamiento de tres (3) yacimientos mineralizados para la extracción de minerales; tales como: cobre en su mayoría, molibdeno, oro y Plata, para lo cual se requiere la construcción y operación de una serie de infraestructuras, a saber: tina de relaves, botaderos de material estéril, campamentos, subestación eléctrica, sitios de almacenamiento de combustible, presas para abastecimiento del complejo industrial, una planta de generación termoeléctrica a base de carbón partículado, con capacidad de 300 MW, un puerto de alto calado, una línea de transmisión eléctrica de 230 KV y 130 Km de longitud, una carretera que permita la interconexión entre el complejo minero y el puerto y tres (3) ductos para el transporte de combustible, pulpa de cobre y líquido del filtrado de la pulpa de cobre; a desarrollarse sobre un área de cinco mil novecientas hectáreas (5,900), localizadas en los corregimientos de Coclé del Norte y San José del General, distrito de Donoso en la provincia de Colón y en la provincia de Coclé, respectivamente.

Que, mediante **PROVEÍDO-DIEORA-106-2010** de 17 de septiembre de 2010, visible a fojas 70 y 71 del expediente correspondiente, la ANAM admite a la fase de evaluación y análisis el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, del proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ** y, en virtud de lo establecido para tales efectos en el Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 de agosto de 2011, se surtió el proceso de evaluación del referido Estudio de Impacto Ambiental, tal como consta en el expediente correspondiente.

Que como parte del proceso de evaluación ambiental y considerando lo establecido al respecto en el precitado Decreto Ejecutivo, se remitió el referido Estudio de Impacto Ambiental a las Unidades Ambientales Sectoriales, UAS, pertinentes para su consideración, así como a la Administración Regional de Coclé y Colón de la ANAM, y se absolvieron las interrogantes y cuestionamientos así como las opiniones y sugerencias formuladas por las respectivas UAS.

Que las opiniones fundadas de la Dirección de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas y de

IIIM -301-11

la Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre, emitidas durante el procedimiento de evaluación ambiental están incluidas en el expediente correspondiente.

Que como parte del proceso de participación ciudadana, se recibieron y absolvieron aquellas observaciones emitidas oportunamente por la ciudadanía y la comunidad donde se insertará el proyecto, incluyendo las del Foro Público. Siendo éstas debidamente sopesadas frente a las medidas de mitigación y compensación propuestas por el Promotor.

Que el Estudio de Impacto Ambiental garantiza el compromiso de desarrollar, de forma sostenible, actividades productivas con el consecuente cumplimiento de medidas de mitigación y compensación de sus impactos negativos y la potenciación de sus impactos positivos.

Que luego de la evaluación integral e interinstitucional del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, correspondiente al proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ,** la Dirección Nacional de Evaluación y Ordenamiento Ambiental de la ANAM, mediante Informe Técnico que consta en el expediente correspondiente y que forma parte integral de la presente Resolución, recomienda su aprobación, fundamentándose en que el mencionado Estudio cumple los requisitos dispuestos para tales efectos por el Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 de agosto de 2011.

Dadas las consideraciones antes expuestas, el suscrito Administrador General Encargado, de la Autoridad Nacional del Ambiente,

RESUELVE:

Artículo 1. APROBAR el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, correspondiente al proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ,** cuyo **PROMOTOR** es la empresa **MINERA PANAMÁ, S.A.**, con todas las medidas contempladas en el referido Estudio y en las ampliaciones, las cuales se integran y forman parte de esta Resolución.

Artículo 2. EL PROMOTOR del proyecto denominado **MINA DE COBRE PANAMÁ,** deberá incluir en todos los contratos y/o acuerdos que suscriba para su ejecución o desarrollo, el cumplimiento de la presente Resolución Ambiental y de la normativa ambiental vigente.

Artículo 3. Advertir a **EL PROMOTOR** del Proyecto, que esta Resolución no constituye una excepción para el cumplimiento de las normativas legales y reglamentarias aplicables a la actividad correspondiente.

Artículo 4. En adición a las medidas de mitigación y compensación contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental, **EL PROMOTOR** del Proyecto, tendrá que:

a. Colocar, dentro del área del Proyecto y antes de iniciar su ejecución, un letrero en un lugar visible con el contenido establecido en formato adjunto.

b. Reportar de inmediato al Instituto Nacional de Cultura, INAC, el hallazgo de cualquier objeto de valor histórico o arqueológico para realizar el respectivo rescate.

c. Elaborar un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, de equipos, estructuras e infraestructuras asociadas al proyecto, en el cual se incluya su revisión y actualización cada dos (2) años.

d. Coordinar con el Departamento de Asuntos Indígenas del Ministerio de Gobierno y Justicia, previo al inicio de ejecución del proyecto, las actividades de reasentamiento, e incluir los resultados correspondientes en los informes de seguimiento.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
RESOLUCIÓN No. DM-1210-2011
FECHA 22/12/11

e. Actualizar, cada cinco (5) años, el inventario de fauna, tanto terrestre como la acuática, incluyendo las especies marinas costeras de fondo duro, dentro de todo el polígono a desarrollar el proyecto, sin exceptuar, el área que comprende el desarrollo del muelle e infraestructuras auxiliares en Punta Rincón, e incluir los correspondientes resultados en los informes de seguimiento.

f. Llevar registros, en cuanto a cantidad y composición, de todos los residuos a generar durante la fase de operación, del tipo que sean, a depositar en el relleno sanitario a existir dentro del área del proyecto, e incluir los resultados correspondientes en los informes de seguimiento.

g. Revisar el Plan de Cierre de Minas, cada cinco (5) años, para actualizar las prácticas de rehabilitación y los costos; el mismo deberá ser presentado a la Autoridad Nacional del Ambiente, para su revisión.

h. Constituir una garantía financiera adecuada, para hacer frente a los posibles pasivos ambientales que se presenten durante la fase de operaciones, fase de cierre y post cierre o por causas imprevistas. La garantía financiera tendrá que ser revisada, actualizada y aprobada cada cinco (5) años por la autoridad competente y deberá hacerse del conocimiento público.

i. Elaborar e Implementar un programa de conservación de la biodiversidad en el Distrito de Donoso en un área de 150,000 hectáreas, bajo un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), que debe cumplir con los siguientes criterios, i) un mecanismo de financiamiento, ii) un mecanismo de pago, iii) un mecanismo de administración. La fiscalización deberá ser independiente para ambas partes. El mismo podrá ser orientado a la preservación de ecosistemas que ya están siendo beneficiados por otros servicios de conservación, y deberán ser aprobado por la ANAM.

j. Implementar los planes de desarrollo social, considerados como medidas de compensación, en coordinación con las siguientes instituciones, de acuerdo a la naturaleza de cada plan: Ministerio de Desarrollo Social (MIDES), a través de las Redes Territoriales; Ministerio de Educación (MEDUCA), a través del Despacho Superior de las Direcciones Regionales de Colón y Coclé, Ministerio de Salud (MINSA), mediante la Dirección Regional de Colón y Coclé, Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) e Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). Estas Instituciones, darán seguimiento y control a los compromisos acordados en cada plan.

k. Reforestar, siete mil trescientas setenta y cinco (7, 375) hectáreas, fuera de la huella del proyecto en concepto de compensación ecológica y tres mil cien (3 100) hectáreas, dentro de la huella del proyecto, en concepto de restauración ambiental. La densidad de siembra será de seiscientos a ochocientos (600 a 800) plantones por hectárea. Las hectáreas a reforestar, fuera de la huella del proyecto, podrán ser ubicadas dentro de las áreas naturales protegidas o fuera de las mismas, siempre y cuando cumplan con los siguientes criterios: zonas de protección de recursos hídricos, zonas de recargas de acuíferos, zonas que favorezcan la conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano, bosques de galería y/o áreas con fuertes tasas de erosión; previo a su implementación, el promotor; para ello, deberá contar con la aprobación del Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre y del Departamento de Cuencas Hidrográficas de la Autoridad Nacional del Ambiente.

l. Brindar los recursos financieros y logísticos para el adecuado manejo de los Parques Nacionales Santa Fe y Omar Torrijos Herrera, con el fin de fortalecer a largo plazo la conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano. Los recursos se destinarán al

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
RESOLUCIÓN No. IA-1210-2011
FECHA 28/12/11
Página 3 de 6

mejoramiento y/o implementación de la infraestructura de los parques, mejorar los sistemas de vigilancia de los parques y el fomento de la investigación en materia de conservación de la biodiversidad.

m. Implementar el Plan de Educación Ambiental, señalado en el Estudio, en coordinación con el Departamento de Fomento a la Cultura Ambiental de la Autoridad Nacional del Ambiente.

n. Formar parcelas en una superficie de dos (2) hectáreas, como modelos de simulación de la restauración ambiental, que asegure el éxito en el prendimiento de las especies, que serán utilizadas en la restauración y reforestación del proyecto. Estas parcelas deberán ser construidas durante la etapa de construcción y los resultados deberán ser reportados a la Autoridad Nacional del Ambiente en los informes de seguimiento.

o. Contar con un programa de concientización y preparación, para Emergencias a Nivel Local (APEL para minería); además del Plan de Contingencia contemplado en el Estudio, el cual deberá ser un marco para la preparación de un Plan de Respuesta a Emergencia integral y funcional, que involucre a las comunidades locales, los encargados de la respuestas de emergencia y otros.

p. Presentar ante la correspondiente Administración Regional de la ANAM, cada tres (3) meses y durante la fase de construcción, y semestralmente en la fase de operación, y durante toda la vida útil del proyecto, un informe sobre la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, de acuerdo a lo señalado en el Estudio de Impacto Ambiental, en las respuestas a las Ampliaciones y en esta Resolución. Este informe deberá ser elaborado por un profesional idóneo e independiente de **EL PROMOTOR** del Proyecto.

q. Solicitar a la Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la ANAM, la aprobación sobre la viabilidad del mismo, en base al instrumento jurídico que la crea y al Plan de Manejo del Área Protegida, previo al inicio del proyecto, en el caso de que la Corte Suprema de Justicia falle a favor de la Resolución AG-0139-2009 de 4 de marzo de 2009.

r. Presentar ante la ANAM, cualquier modificación, adición o cambio de las técnicas y/o medidas que no estén contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, con el fin de verificar si se precisa la aplicación de las normas establecidas para tales efectos en el Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo 155 de 5 de agosto de 2011.

Artículo 5. Si durante las etapas de construcción o de operación del Proyecto, **EL PROMOTOR** decide abandonar la obra, deberá comunicar por escrito a la Autoridad Nacional del Ambiente, dentro de un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles previo a la fecha en que pretende efectuar el abandono.

Artículo 6. Advertir al Promotor del Proyecto, que si durante la fase de desarrollo, construcción y operación del Proyecto, provoca o causa algún daño al ambiente, se procederá con la investigación y sanción que corresponda, conforme a la Ley 41 de 1 de julio de 1998, sus reglamentos y normas complementarias.

Artículo 7. La presente Resolución Ambiental empezará a regir a partir de su ejecutoria y tendrá vigencia de dos (2) años contados a partir de la misma fecha.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
RESOLUCIÓN No. IA-1210-2011
FECHA 23/12/11

Artículo 8. De conformidad con el artículo 54 y siguientes del Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, el Representante Legal de la empresa **MINERA PANAMÁ, S. A.**, podrá interponer Recurso de Reconsideración, dentro del plazo de cinco (5) días hábiles contados a partir de su notificación.

FUNDAMENTO DE DERECHO: Ley 41 de 1 de julio de 1998, Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo 155 de 5 de agosto de 2011 y demás normas concordantes y complementarias.

Dada en la ciudad de Panamá, a los veintiocho (28) días, del mes de diciembre, del año dos mil once (2011).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE,

autoridad nacional del ambiente
DIEORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

SILVANO VERGARA V.
Administrador General Encargado

autoridad nacional del ambiente
ADMINISTRACIÓN GENERAL
Republica de Panamá

MILIXA MUÑOZ
Directora de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

Hoy 28 de Diciembre de 2011
siendo las 4:56 de la tarde
notifique personalmente a Carlos Alberto Sánchez Alegre de la presente documentación Resolución
Notificador
Notificado
Quien dijo que se allana

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
RESOLUCIÓN No. IA-1210-2011
FECHA 22-12-2011
Página 5 de 6

ADJUNTO

Formato para el letrero
Que deberá colocarse dentro del área del Proyecto

Al establecer el letrero en el área del proyecto, el promotor cumplirá con los siguientes parámetros:

1. Utilizará lámina galvanizada, calibre 16, de 6 pies x 3 pies.
2. El letrero deberá ser legible a una distancia de 15 a 20 metros.
3. Enterrarlo a dos (2) pies y medio con hormigón.
4. El nivel superior del tablero, se colocará a ocho (8) pies del suelo.
5. Colgarlo en dos (2) tubos galvanizados de dos (2) y media pulgada de diámetro.
6. El acabado del letrero será de dos (2) colores, a saber: verde y amarillo.
   - El color verde para el fondo.
   - El color amarillo para las letras.
   - Las letras del nombre del promotor del proyecto para distinguirse en el letrero, deberán ser de mayor tamaño.
7. La leyenda del letrero se escribirá en cinco (5) planos con letras formales rectas, de la siguiente manera:

Primer Plano:	PROYECTO: MINA DE COBRE PANAMÁ.
Segundo Plano:	TIPO DE PROYECTO: MINERÍA METÁLICA.
Tercer Plano:	PROMOTOR: MINERA PANAMÁ, S.A.
Cuarto Plano:	ÁREA: 5,900 HECTÁREAS.
Quinto Plano:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA III APROBADO POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE, ANAM, MEDIANTE RESOLUCIÓN No. IA-1210-11 DE 28 DE Diciembre DE 2011.

Recibido por: Carlos Alberto Sánchez Alegre _____
Nombre y apellidos (en letra de molde) Firma

PAS 5335263 28/12/11
N° de Cédula de I.P. Fecha

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
RESOLUCIÓN No. IA-1210-2011
FECHA 28/12/11
Página de
Subdirector(a)

7. CONCLUSIONES

Deseamos justificar nuestra solicitud de modificación al EsIA "Proyecto Mina de Cobre Panamá", basados en las siguientes premisas:

1. Los resultados de las modelaciones realizadas permitieron determinar la ubicación más adecuada para realizar la optimización de localización deseada de los ductos y difusores para captación y descarga del agua de enfriamiento ya que generaría incrementos menores en la temperatura del agua de enfriamiento al momento de ser descargada al mar en comparación con el diseño original del EsIA aprobado.
2. La nueva ubicación propuesta de los ductos y difusores para captación y descarga del agua de enfriamiento, estará dentro del Área de Desarrollo del Proyecto (ADP), en los terrenos de Minera Panamá, S. A. que a la vez, es propiedad de los mismos Promotores del EsIA aprobado (2010).
3. Con la nueva ubicación y el cambio en los diseños de los ductos y difusores de agua de enfriamiento, se evitará que la instalación de los mismos contribuya a la generación de impactos como; cambio en la morfología costera, alteración de sedimentos marinos y pérdida del hábitat marino natural.
4. Dicha reducción en la generación de impactos se basa en que, los ductos de captación y descarga no serán ubicados sobre el lecho marino, si no dentro de la estructura del puerto y el rompeolas.
5. La nueva localización permitirá mejorar la eficiencia de la dispersión térmica en el océano del agua de enfriamiento descargada y limitar el incremento de su temperatura en una zona de mezcla predeterminada a 3°C o menos.
6. No se espera que la modificación solicitada genere algún tipo de impacto adicional, ni que los probables impactos producidos alcancen un nivel de magnitud alta.
7. Las medidas correctoras o de mitigación propuestas por la modificación, para el impacto de cambio de temperatura, se encuentran incluidas en el diseño de los ductos y difusores y las correspondientes al impacto de perturbación o pérdida de EdI son similares a las recomendadas por el EsIA aprobado (2010).

Tomando en cuenta que no se originarán impactos adicionales, a los evaluados en el EsIA aprobado, si no por el contrario, se da una disminución de los impactos evaluados en el esquema aprobado, el artículo 20, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 975 de 2012, el cual regula, el tema de las modificaciones de los proyectos que ya cuentan con un EsIA aprobado, establece lo siguiente:

"Artículo 20: La modificación de un proyecto, obra o actividad deberá someterse al mismo proceso de evaluación de impacto ambiental al que fue sometido el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, cuando los cambios impliquen impactos ambientales que excedan la norma ambiental que los regula o que no hayan sido contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado.

En caso distinto, la modificación de un proyecto, obra o actividad será aprobada mediante Resolución debidamente motivada, sobre la base de un Informe Técnico emitido por la

Dirección de Evaluación y Ordenamiento Ambiental en el que conste la modificación propuesta no se enmarca en lo preceptuado en el párrafo anterior.

Cuando, por sí sola la modificación propuesta constituya una nueva obra o actividad contenida en la lista taxativa, el promotor deberá someter el proceso de evaluación de impacto ambiental un nuevo Estudio de Impacto Ambiental."

El artículo transcrito en líneas anteriores, en su primer párrafo, establece que las modificaciones de un proyecto obra o actividad deberán someterse al mismo proceso de evaluación ambiental, del EsIA por el cual fue aprobado, cuando:

- Los cambios impliquen impactos ambientales que excedan la norma que los regulan.
- Cuando se vayan a generar impactos que no hayan sido contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado.

En el caso de que las modificaciones no encuadren en ninguno de los supuestos mencionados, el Ministerio de Ambiente, tal y como lo establece el párrafo segundo, del artículo en estudio, sobre la base de un informe técnico, aprobará las modificaciones mediante una resolución motivada.

El párrafo tercero, aclara que cuando por si sola la modificación constituya una nueva obra o actividad contenida en la lista taxativa, se deberá presentar un nuevo estudio de impacto ambiental.

La modificación propuesta, no encuadra en los supuestos que establece el párrafo primero, por lo que no sería necesario ingresar la modificación al proceso de evaluación ambiental.

El documento de modificación presentado, sustenta técnicamente, que no se ocasionará impactos adicionales a los contemplados en el EsIA, que aprueba el proyecto, sino que por el contrario se da una disminución de los mismos. Adicional a lo señalado, los cambios propuestos, no implican impactos ambientales que excedan la norma que los regula.

Anexo A- Registro Fotográfico

Figura 1 **Anthozoa** ***(corales verdaderos) Madracis sp***

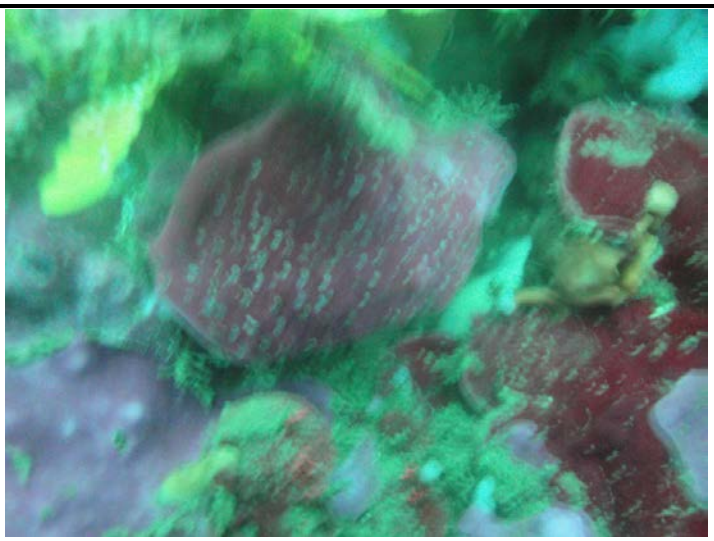


Figura 2 ***Agaricia fragilis***

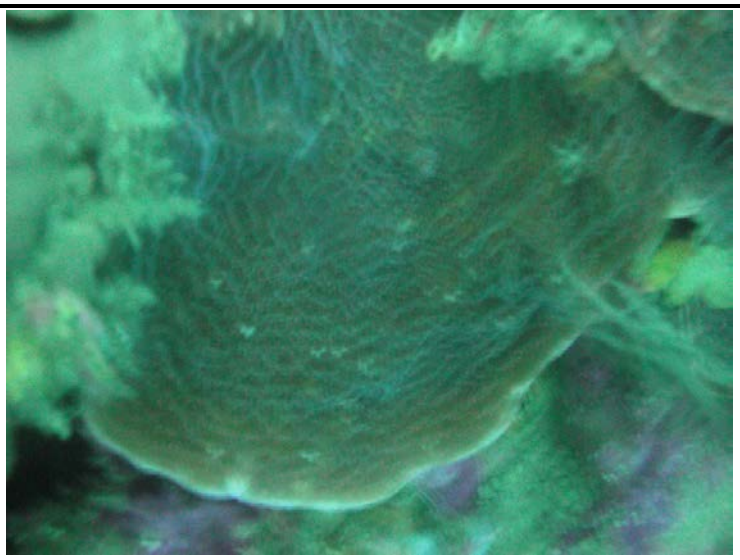


Figura 3 *Agaricia undata*

Figura 4 *Mycetophyllia aliciae*

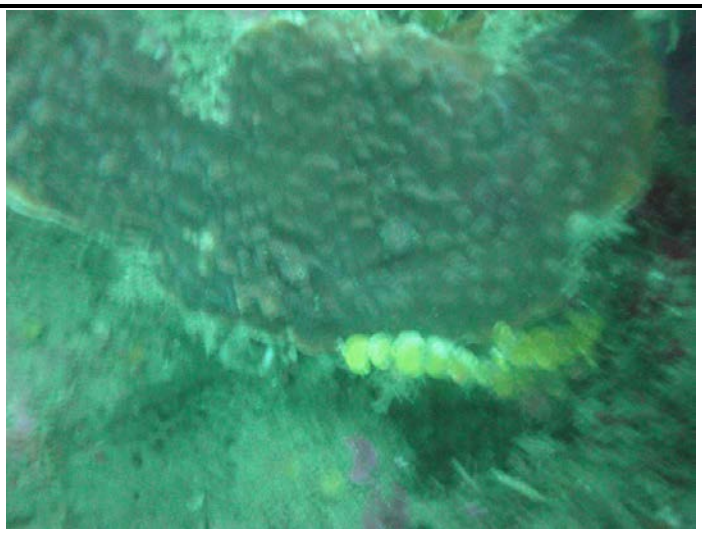


Figura 5 **Hydrozoa (falsos corales). *Millepora striata***

Figura 6 **Crinoidea. *Nemaster grandis***

Figura 7 **Poriferos.**

Figura 8 **Poriferos**

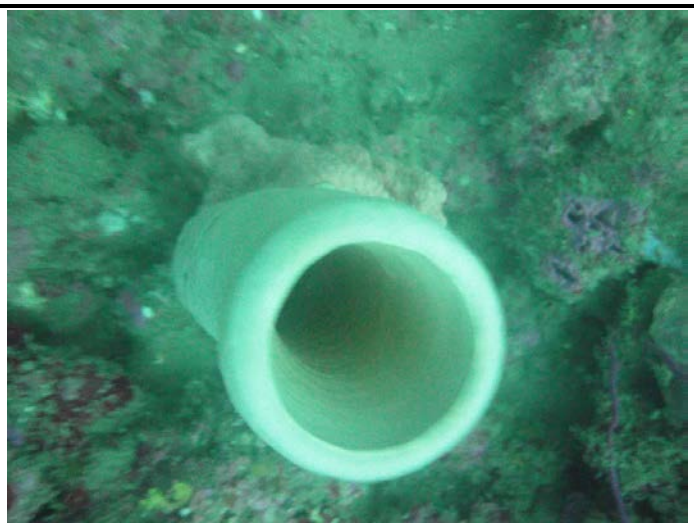
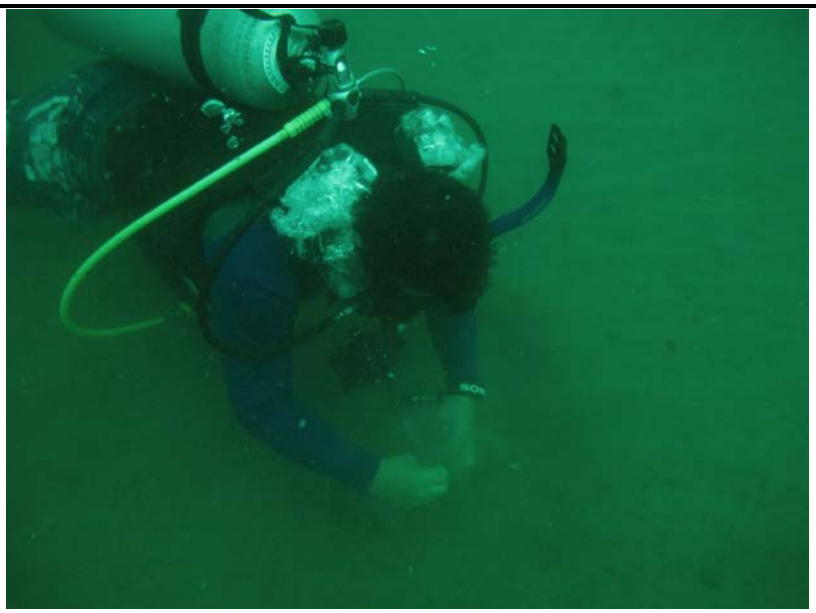


Figura 9 **Ejecución de toma de muestras de sedimento**



Anexo B- Informe de Resultados de Buceo Submarino

INFORME SOBRE LA EVALUACIÓN SUBMARINA DE FONDOS BLANDOS Y DUROS FUERA DEL ROMPEOLAS DE PUNTA RINCON

PRESENTADO A

ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT

Lic. Edgardo A. Muñoz T. MSc.

Biólogo - Ecólogo

Consultor Ambiental

IAR – 010 - 04

Mayo, 2015

1. INTRODUCCIÓN

En el mar se pueden distinguir dos subdivisiones mayores: el mar abierto y las aguas costeras. A grandes rasgos, el mar abierto, más allá de la plataforma continental, constituye un vasto desierto marino, cálido estratificado, oligotrófico, de mínima productividad biológica. Las aguas costeras, sobre las plataformas continentales e insulares presentan una mayor riqueza, por nutrientes aportados desde el continente por los ríos y desde la plataforma continental y también por aguas fértiles profundas que afloran en algunas áreas. Estas zonas pueden a su vez, subdividirse en otras subregiones, según sus características oceanográficas, ecológicas, ambientales y tipos de fondo. Los tipos principales de ecosistemas marinos son: arrecifes coralinos, manglares, praderas de pastos marinos, litorales y fondos rocosos y arenosos y lagunas costeras y estuarios. Para nuestro estudio consideraremos los arrecifes coralinos o en su defecto los corales y los fondos blandos.

Arrecifes Coralinos

Los ecosistemas coralinos son la expresión más avanzada de la sucesión de los ecosistemas marinos. Resultan de la transformación del medio marino por los corales y las algas. Aquellos son animales coloniales, que viven en simbiosis con algas microscópicas llamadas zooxantelas. El sistema que forman acumula, a lo largo de siglos, nutrientes y estructuras de carbonato de calcio de sus esqueletos, hasta cambiar la topografía marina y acumular recursos vitales. A ellos se asocian innumerables organismos y así conforman el ecosistema que es quizá la mayor maravilla de la naturaleza viviente, a la cual sólo se compara la selva tropical. Las formaciones coralinas van desde simples coberturas discontinuas hasta inmensos complejos arrecifales formadores de islas. Exigen condiciones ecológicas que sólo se encuentran en ciertos mares tropicales: temperatura superior a 20 °C, salinidad marina promedio (36%.) estable, pocos sedimentos, alta luminosidad, aguas oligotróficas, corrientes y oleaje fuertes.

Los productores primarios principales en los ecosistemas coralinos son las zooxantelas y las macroalgas. Su productividad es muy alta y a ella se suma energía de otros sistemas, que llegan con corrientes que aportan materia orgánica disuelta y particulada, incluyendo plancton, de otros ecosistemas como manglares, praderas de fanerógamas, sistemas pelágicos y terrestres. Los consumidores se diferencian en filtradores, como corales y otros cnidarios y zooplancton como los gusanos flecha y muchos crustáceos y peces, y cazadores de presa, como caracoles, estrellas de mar, langostas, tiburones y barracudas. La trama trófica es densa y compleja. Parte importante de la materia orgánica es aprovechada por detritívoros muy diversos: comedores de sedimento y filtradores como anélidos, esponjas, moluscos, equinodermos y crustáceos, además de muchos y variados peces.

Litorales y fondos arenosos

Los sustratos arenosos se presentan en áreas de acumulación de sedimentos, en medios de alta energía; no tienen sustratos estables para productores primarios; así, la vida depende de aportes a través de corrientes; dependiendo de ellos, pueden soportar biomasas significativas de filtradores. A mayor profundidad y en aguas someras de media y baja energía se estructuran biocenosis muy diferentes. Cerca de la costa, estos fondos son cubiertos por praderas de pastos marinos. Pero el ingreso más común en la mayoría de estos sistemas son depósitos de materia orgánica particulada. Parte importante lo usan las bacterias, pero aun así otra parte es consumida directamente por organismos del fondo, que también consumen bacterias, y a su vez sirven de alimento a organismos más grandes como los peces. Los sustratos arenosos y fangosos son el elemento dominante en los fondos marinos del mundo; de allí que, aunque su productividad sea relativamente baja, de ellos depende gran parte de la pesca, en estrecha relación con la riqueza de la columna de agua y los aportes de materia orgánica.

Los fondos marinos blandos se encuentran asociados también a algunos recursos como el camarón, pero sus pesquerías no representan un renglón importante más que a escalas locales, dada la baja fertilidad general del Caribe. Por esta razón estos recursos se encuentran en peligro por sobreexplotación. Hay extensas playas de arena que ocupan la mayoría de los litorales del Caribe y el Pacífico.

2. METODOLOGÍA

Se realizaron tres (3) inmersiones con equipo de buceo autónomo (SCUBA) fuera del rompeolas de Punta Rincón el 21 de abril de 2015 a una profundidad de 60 pies aproximadamente. Durante las inmersiones se tomaron fotografías submarinas de los principales componentes de los fondos duros y suaves utilizando una cámara GoPro Hero 3 Black para determinar las condiciones de la zona.

Se siguieron todas las medidas de seguridad para buceo repetitivo, incluyendo tiempo dentro y fuera del agua, tiempo de reposo y recuperación. Las inmersiones fueron realizadas por buzos certificados internacionalmente y experiencia en este tipo de trabajos submarinos.

3. RESULTADOS

La evaluación de la zona marina fuera del rompeolas señala la presencia de un fondo blando caracterizado por arena media principalmente. No parece existir una gran variedad de organismos en este entorno en comparación con la zona de fondo duro.

Las especies más representativas en el fondo marino duro son los corales verdaderos o Anthozoa con cinco (5) organismos identificados de las fotos tomadas además de las esponjas o Poríferos representadas por seis (6) especies. Los hidrocorales o falsos corales (Hydrozoas) y los crinoideos (Echinodermata, Crinoidea) presentaron una especie cada uno.

Dentro de los corales duros, el género Agaricia es el dominante, al menos en la información fotográfica presentada. Para las esponjas la Clase Demospongia es la dominante con seis especies diferentes.

Cuadro No. 1. Especies de organismos identificados en el lecho blando y duro, Punta Rincón.

Filo	**Clase**	**Especie**	**Autoridad**
Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia fragilis*	Dana, 1846
Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia sp.*	Lamarck, 1801
Cnidaria	Anthozoa	*Agaricia undata*	(Ellis & Solander, 1786)
Cnidaria	Anthozoa	*Madracis sp.*	Milne Edwards & Haime, 1849
Cnidaria	Anthozoa	*Mycetophyllia aliciae*	Wells, 1973
Filo	***Clase***	***Especie***	**Autoridad**
Cnidaria	Hydrozoa	*Millepora squarrosa*	Lamarck, 1816
Filo	**Clase**	**Especie**	**Autoridad**
Porifera	Demospongia	*Aplysina fulva*	(Pallas, 1776)
Porifera	Demospongia	*Callyspongia vaginalis*	(Lamarck, 1814)
Porifera	Demospongia	*Ircina felix*	(Duchassaiang & Michelotti, 1864)
Porifera	Demospongia	*Mycale microsigmatosa*	Arndt, 1927
Porifera	Demospongia	*Niphates digitalis*	Duchassaing & Michelotti, 1864
Filo	**Clase**	**Especie**	**Autoridad**
Echinodermata	Crinoidea	*Nemaster grandis*	AH Clark, 1909

4. CONCLUSIONES

El fondo duro presenta un grupo de corales y esponjas que parecen encontrarse en buen estado con especies características de este tipo de ecosistema marino. Los análisis están basados en las observaciones directas realizadas en el área fuera del rompeolas, por lo que las especies reportadas representan los organismos que se encuentran en el sitio. Los corales están adaptados a las temperaturas estables de las aguas del trópico, entre 18 y 28ºC, por lo cual el área del proyecto presenta un hábitat adecuado para estas especies manteniendo una temperatura promedio de aproximadamente 27.3ºC.

Cabe destacar que el modelado de las variaciones térmicas en la zona de estudio considerando la instalación de los ductos de descarga de agua de enfriamiento, indica que no se esperan cambios en los rangos de temperatura que afecten a las comunidades establecidas en los fondos duros y blandos en la zona. El incremento en la temperatura del agua, producto de la descarga según la modificación propuesta, estaría alrededor del 0.1 a 0.2º C, lo que generaría un cambio insignificante en la temperatura ambiente del agua, por lo que no causaría afectación a las comunidades coralinas.

5. BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, R.T. 1974. American Seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts North America. Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA, 663 pp.

A.C.P. 2015. Tabla de Mareas. Departamento de Ingeniería y Proyectos, División de Ingeniería, Sección de Meteorología e Hidrología. http://www.pancanal.com/esp/eie/radar/cristobal-tides.pdf

ANAM. 1999. Lista oficial de la república de Panamá: "Lista de especies de fauna amenazada o en peligro". Resolución en trámite. p. 143-164. En: UICN. Listas de Fauna de Importancia para la Conservación en Centroamérica y México: Listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN, San José, Costa Rica, 224 pp.

ANAM. 2008a. Lista de Especies en Peligro. http://www.anam.gob.pa/PATRIMONIO/especies_en_extincion.pdf

ANAM. 2008b. RESOLUCIÓN No. AG-0051-2008 “Por la cual se reglamenta a las especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción, y se dictan otras disposiciones”.

AVERZA-COLAMARCO, A. 2001. Evaluación submarina de las áreas circundantes a la Refinería Panamá, Bahía Las Minas, Provincia de Colón, Panamá. CODESA 25 pp. más anexos.

CALDER, D.R. & I. KIRKENDALE. 2005. Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Shallow-water Environments along the Caribbean Coast of Panama. Caribbean Panama. Caribbean Journal of Science 41(3): 476-491.

CARPENTER, K.E. (ed.). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO pp 1-600.

CARPENTER, K.E. (ed.). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony Fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO pp 601-1374.

CLIFTON, K.E., K. KIM & J.L. WULFF. 1997. A field guide to the reefs of Caribbean Panama with emphasis on western San Blas. Proc. 8th Int. Coral Reefs Sym., Panama 1: 167-184.

COLLIN, R., M.C. DÍAZ, J. NORENBURG, R.M. ROCHA, J.A. SÁNCHEZ, A. SCHULZE, M. SCHWARTS & A. VÁLDES. 2005. Photographic Identification Guide

to Some Common Marine Invertebrates of Bocas del Toro, Panama. Caribbean Panama. Caribbean Journal of Science 41(3): 638-707.

FISCHER, W. (ed.). 1978. FAO Identification Sheets for Fishery Purposes: Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, vol. 1-7: pag. var.

GOSNER, K. 1971. Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. Edit. John Wiley & Sons. United States of America. 693 pp.

GUZMAN, H.M. 2003. Caribbean corals reefs of Panama: present status and future perspectives. Pp. 241-274 EN: Cortes, J. (Ed.), Latin American Coral Reefs, Elsevier Science, Amsterdan, The Netherlaqnds, 274 pp.

GUZMAN, H.M. & I. HOST. 1994. Inventario biológico y estado actual de los arrecifes coralinos a ambos lados del Canal de Panamá. Rev. Biol. Trop. 42(3): 493-514.

HECK, K.L. 1977. Comparative species richness, composition and abundance of invertebrates in Caribbean seagrasses (Thalassia testudinum) meadows (Panama). Mar. Biol. 41(4): 335-348.

HUMANN, P. 1996a. (3ra. ed.). Reef Coral Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. Paramount Miller Graphics Inc., Florida, 239 pp + app.

HUMANN, P. 1996b. (4ta. ed.). Reef Creatures Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. Paramount Miller Graphics Inc., Florida, 320 pp. + app.

HYMAN, L. 1967. The Invertebrates Volumen VI Molusca I. Edit, McGraw-Hill, Inc. United States of America. 792 pp.

KAPLAN, E.H. 1988. A Field Guide to Southeastern and Caribbean Seashores. The Peterson Field Guide Series, Houghton Mifflin Company, Boston, New York, 425 p.

KELLER, B.D. & J.B.C. JACKSON. (eds.). 1993. Long-term assessment of the oil spill at Bahia Las Minas, Panama, synthesis report, volume II: technical report OCS Study MMN 93-0048. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. 1,117 pp.

RODRÍGUEZ, I.T., G. HERNÁNDEZ & D.L. FELDER. 2005. Review of the Western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) with New Records, Systematic Observations, and Comments on Biogeography. Caribbean Panama. Caribbean Journal of Science 41(3): 544-482.

SEALIFEBASE. 2015. http://www.sealifebase.org/.

STRI Bocas Data Base. 2015. http://biogeodb.stri.si.edu/bocas_database/?&lang=eng

VOSS, G.L. 1980. Seashore Life of Florida and the Caribbean. Banyan Books, Inc., Miami, Florida, 199 pp.

WARMKE, L.G. & R.T. ABBOTT. 1975. Caribbean Seashells A Guide to the Marine Mollusks of Puerto Rico and Other West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys. Edit. Dover Publications, Inc. New York, United States of America. 348 pp.

ZEA, S. 1987. Esponjas del Caribe Colombiano. Editorial Catalogo Científico, Colombia 286 pp.

Anexo C- Resultados de Modelación

Resumen Ejecutivo

Modelo de Impactos Termales para la Optimización de la Ingesta de Planta de Energía y Diseños de Desagüe

Minera Panamá S.A. (MPSA) está actualmente construyendo y finalizando la ingeniería del proyecto Mina de Cobre, el cual incluye la construcción de instalaciones portuarias y de una planta de energía de 300 MW localizada en Punta Rincón, Panamá. Como parte de este trabajo, MPSA está revisando posibles opciones para optimizar la ubicación y el diseño de la ingesta y descarga de agua de mar de la planta de energía aprobado en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto. El enfoque de la optimización es el mejoramiento de: a) la operación y construcción de estas instalaciones, y b) reducir aún más los impactos ambientales. La configuración aprobada y las tres opciones sometidas a evaluación se describen brevemente a continuación:

- **<u>Diseño del ESIA aprobado</u>** – captación de agua de mar al lado del muelle en una profundidad aproximada de 15 m, dos tuberías de descarga a través de difusores al este del puerto, a una profundidad de aproximadamente 8 m (Figura 1; Golder, 2010)

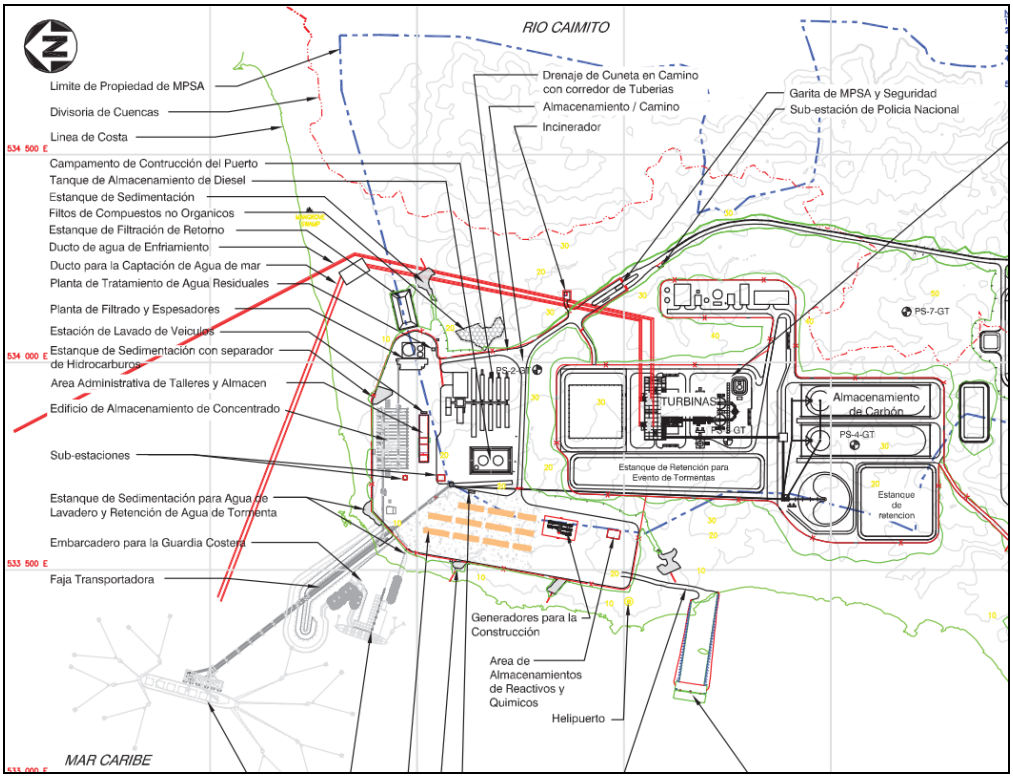

RIO CAIMITO
Limite de Propiedad de MPSA
Divisoria de Cuencas
Linea de Costa
534 500 E
Campamento de Contrucción del Puerto
Tanque de Almacenamiento de Diesel
Estanque de Sedimentación
Filtos de Compuestos no Organicos
Estanque de Filtración de Retorno
Ducto de agua de Enfriamiento
Ducto para la Captación de Agua de mar
Planta de Tratamiento de Agua Residuales
Planta de Filtrado y Espesadores
Estación de Lavado de Vehiculos
534 000 E
Estanque de Sedimentación con separador de Hidrocarburos
Area Administrativa de Talleres y Almacen
Edificio de Almacenamiento de Concentrado
Sub-estaciones
Estanque de Sedimentación para Agua de Lavadero y Retención de Agua de Tormenta
Embarcadero para la Guardia Costera
533 500 E
Faja Transportadora
Drenaje de Cuneta en Camino con corredor de Tuberias
Almacenamiento / Camino
Incinerador
Garita de MPSA y Seguridad
Sub-estación de Policia Nacional
PS-7-GT
PS-2-GT
TURBINAS
PS-5-GT
Almacenamiento de Carbón
PS-4-GT
Estanque de Retención para Evento de Tormentas
Estanque de retencion
Generadores para la Construcción
Area de Almacenamientos de Reactivos y Quimicos
Helipuerto
MAR CARIBE
533 000 E

Figure 1: Configuración Original del EsIA

- **<u>Opción 1</u>**–reubicación de la ingesta de agua de mar adentro de la dársena del puerto (en el interior del rompeolas y se asocia con la construcción cajón previsto), y dos tuberías de desagüe en una zanja en el fondo marino con una sola descarga de puerto por tubería, que se encuentra entre la instalación portuaria y la boca de la Río Caimito en aproximadamente 15 metros de profundidad de agua (Figura 2; Golder, 2015)

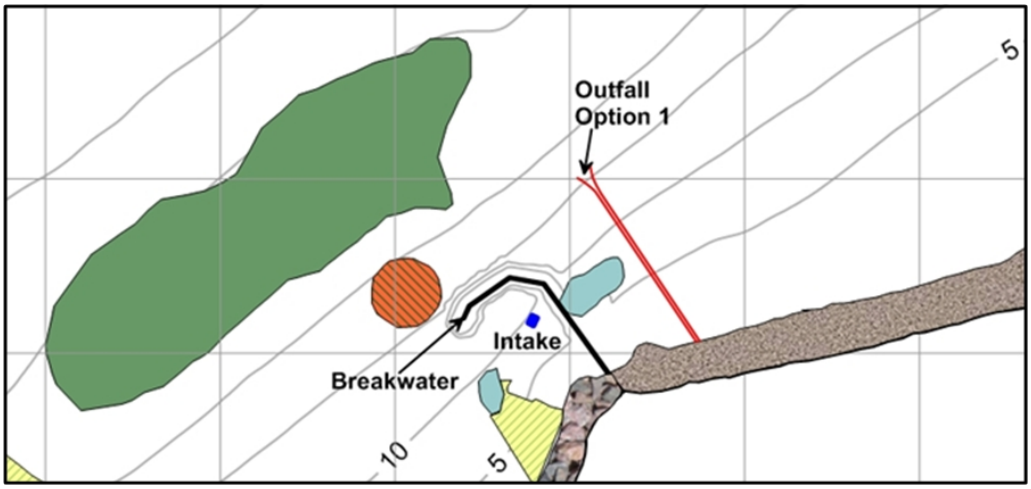


Figura 2: Configuración Opción 1

- **Opción 2–** la reubicación de la ingesta de agua de mar a dentro de la dársena del puerto, como la opción 1, y la construcción de dos ductos de desagüe situadas dentro de la escollera por la zona cercana a la costa, y luego se extiende hacia fuera de la escollera en el lecho marino a una profundidad de agua de 20 m con un solo puerto de descarga por tubería (Figura 3; Golder, 2015).

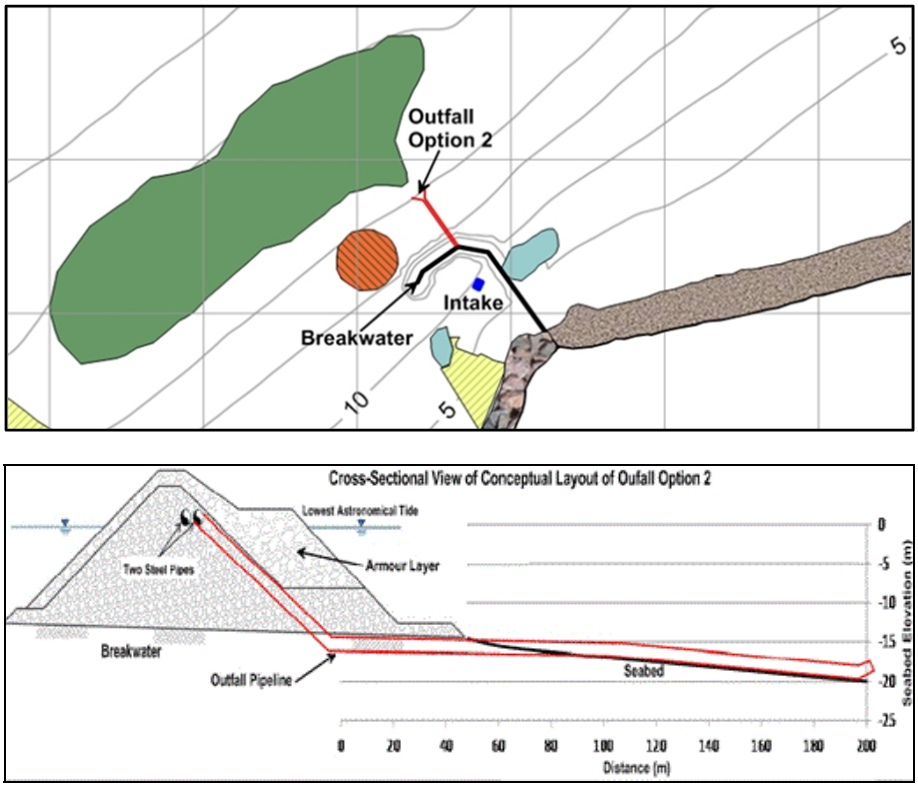


Figura 3: Configuración Opción 2

- **Opción 3** - reubicación de la ingesta de agua de mar adentro de la dársena del puerto como en la opción 1 y 2, y construcción de los varios puertos de desagüe por completo dentro de la gran roca armadura en la cara exterior de la escollera (Figura 4; Ausenco, 2015)

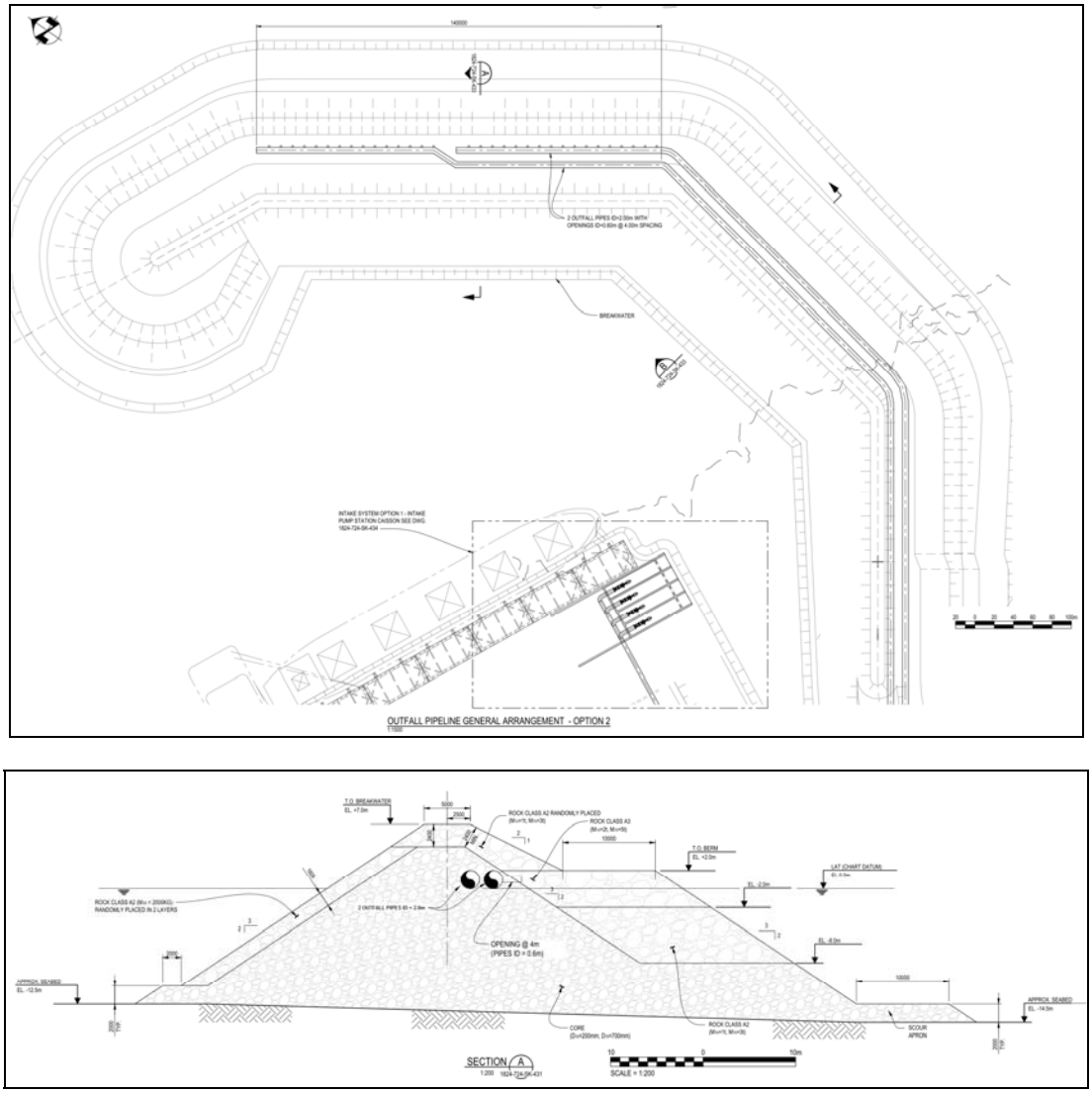


Figura 4: Configuración Opción 3

Para evaluar los posibles impactos térmicos de cada opción de diseño, ambos modelos, campo cercano y campo lejano, han sido completados para cada opción. El campo-cercano es definido como el área en la cual la mezcla térmica es dominada por el movimiento de las descargas de aguas, las cuales son esencialmente la zona de mezcla de la energía impulsada/ El campo-lejano es el área afuera del campo-cercano en el cual la mezcla térmica es dominada por las condiciones ambientales del mar.

Near-Field Modeling/ Model Campo-Cercano

El mismo enfoque usado en las evaluaciones de ESIA fue utilizado en Opciones 1 y 2 ya que la mezcla está dominada por la flotabilidad del agua de refrigeración mientras se libera al fondo del océano y rápidamente surge a la superficie. Golder ha usado el modelo CORMIX para esta evaluación. Opción 3, la cual tiene el agua refrigerada fue liberada a la superficie del océano mientras se difunde a través de la capa de blindaje rompeolas, requiere un enfoque diferente. El modelo FEFLOW permite ambos modelos de dispersión

mecánica y termal en la capa de roca del rompeolas; más detalles del modelo se proporciona en el Golder Technical Memo incluido en el Apéndice A .

Para Opciones 1 y 2, los resultados del modelo CORMIX indicaron dispersión térmica eficiente bajo tormenta, calmada y condiciones a largo plazo (promedio). Los resultados fueron bastantes similares a los del modelo completado para la aprobación de ESIA y demostraron que ambas opciones cumplen con las directrices de International Finance Corporation (IFC) para la descarga de aguas refrigeradas. Un resumen de los resultados es mostrado en Table 1:

Table 1: Resumen de resultados en campo cercano

Table 4: Summary of the near-field modelling results

Parameter	Option 1	Option 2
Outfall port water depth (m)	15	20
Horizontal distance between outfall and edge of mixing zone (m)	36	47
Dilution factor at the edge of mixing zone	3.7	5.3
Maximum water temperature change at the end of mixing zone (°C)	1.9	1.3
Meet IFC Guidelines?	Yes	Yes

Para la Opción 3, una combinación de los modelos FEFLOW y DELFT3D (descrito abajo) fue usada para evaluar la dispersión del agua refrigerada. FEFLOW fue utilizada para modelar el flujo a través de la capa de roca en el rompeolas. Los resultados fueron usados como una entrada hacia DELFT3D para comprender la dispersión térmica de la interfaz del rompeolas con el océano. El modelo FEFLOW muestra que liberando el agua refrigerada de múltiples difusores a través de 140m en el rompeolas, las rocas esencialmente resultan creando un difusor más grande que el de Opciones 1 y 2, los cuales solos usan dos tubos de descarga. El modelo DELFT3D a continuación se llevó a cabo por Ausenco para observar la dispersión térmica del agua refrigerada cuando sale del rompeolas. Los resultados de este modelo se discuten en la sección del modelo de campo-lejano.

Modelo de Campo Lejano

Modelos de los posibles impactos en el campo lejano fueron también completados para las tres opciones. Un modelo dos dimensiones(profundidad integrada) de circulación de advocación y dispersión fue utilizado por Golder Associates para investigar el comportamiento de la pluma de agua refrigerada para el escenario original de ESIA como también para las Opciones 1 y 2. Un modelo tridimensional fue usado por Ausenco para evaluar la Opción 3 para permitir la evaluación de los cambios de temperatura en ambas, superficie y profundidad. La descarga en profundidad resulta en una intensidad alta de mezcla vertical ya que la descarga caliente de agua flota más que el agua refrigerada del océano.

El modelo de dos dimensiones usado para la evaluación de impactos térmicos de ESIA, así como el posible impacto de Opciones 1 y 2, fue completado usando el Sistema modelo Danish Hydraulic Institutes MIKE21, mientras que el modelo tridimensional fue completado para el análisis de campo lejano de Opción 3 y utilizo los programas de Deltares' DELFT3D. Ambos modelos confiaron en la información disponible de batimetría, ubicación de hábitats sensibles, Corrientes y condiciones de tormenta. También utilizaron un consume y desagüe uniforme de la velocidad de flujo a 56/780 m^3/h para todas las simulaciones y las suposiciones de que la temperatura de funcionamiento del desagüe del agua refrigerada fuera 7°C más alta que temperatura ambiente. Las mismas tres condiciones meteorológicas y oceanográficas consideradas en ESIA fueron simuladas, a saber: Calm Condition, Storm Condition, and Long-Term Condition. Detalles adicionales están en los reportes originales incluidos en Apendice A .

El modelo MIKE21 usado por Golder para evaluar Opciones 1 y 2 es consistente con el modelo completado para ESIA (Golder 2010). Los parámetros de entrada para las condiciones térmicas (temperatura y velocidad) fueron las condiciones modeladas para la mezcla del campo-cercano del modelo de CORMIX. Resumen de los resultados de los modelos se muestran debajo:

Condicion de Calma

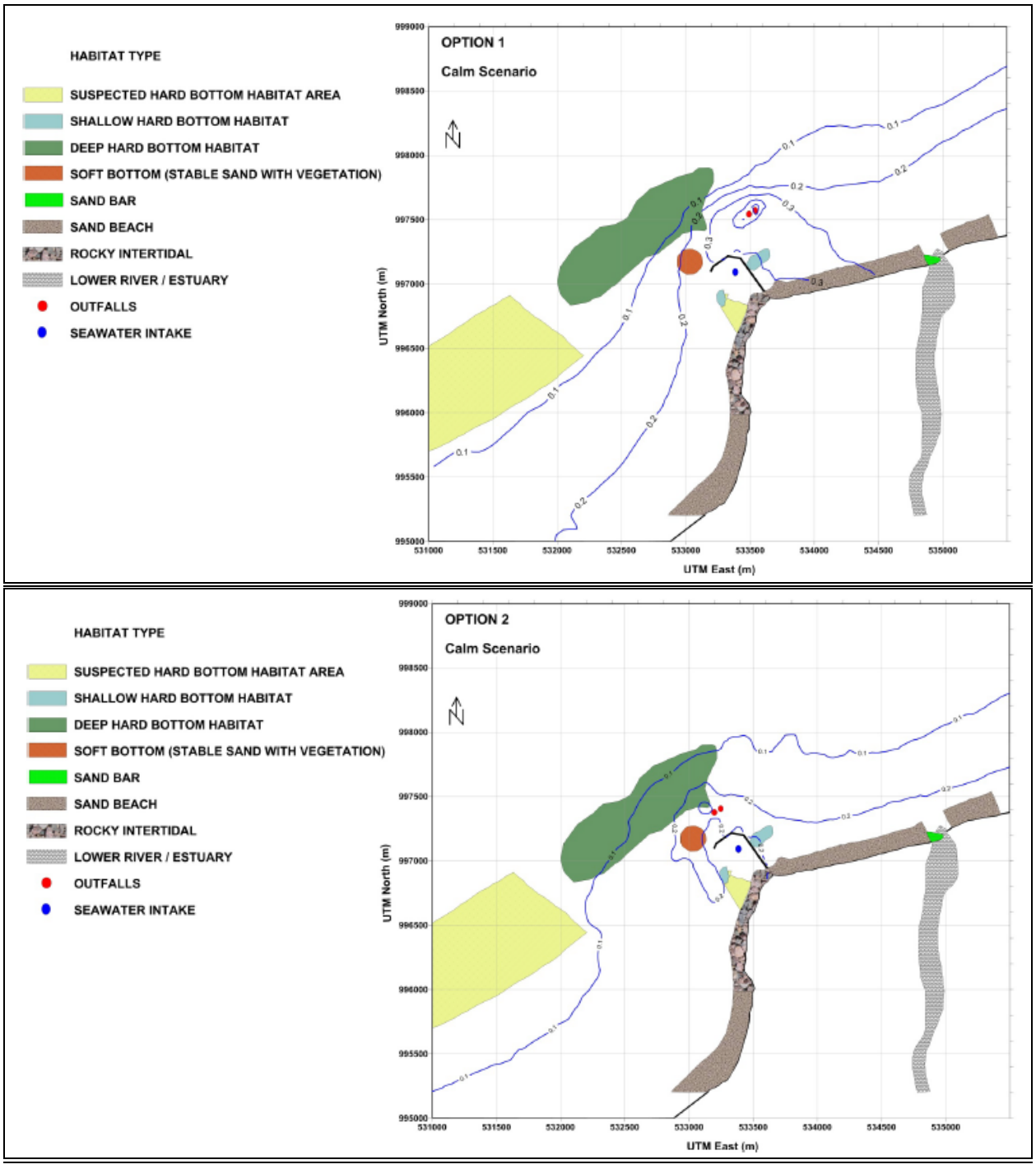
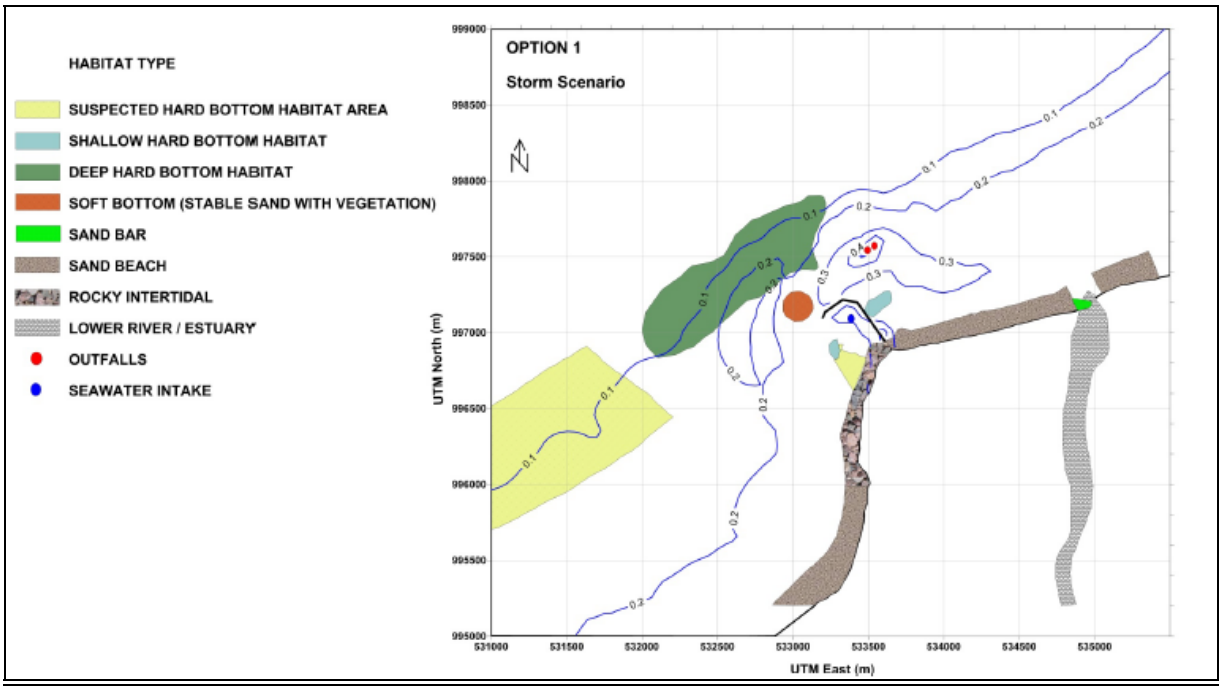


Figura 5: Isoyetas termales para condiciones de calma para las Opciones 1 and 2

Los cambios modelados en temperatura debajo de Condiciones Calmadas para opciones 1 y 2 (Figura 5) indican un comportamiento similar al diseño ESIA aprobado. Para la Opción 1, hay ligeros aumentos (hasta 0.3 °C) en cambios previstos relativos a ESIA, aunque de Nuevo, estos son menos del 10% del promedio

anual de la variabilidad de la temperaturas del océano. Impactos previstos son leves y similares a ESIA, con tan solo limitadas áreas espaciales teniendo un aumento previsto de 0.3 °C.

Condiciones de Tormenta



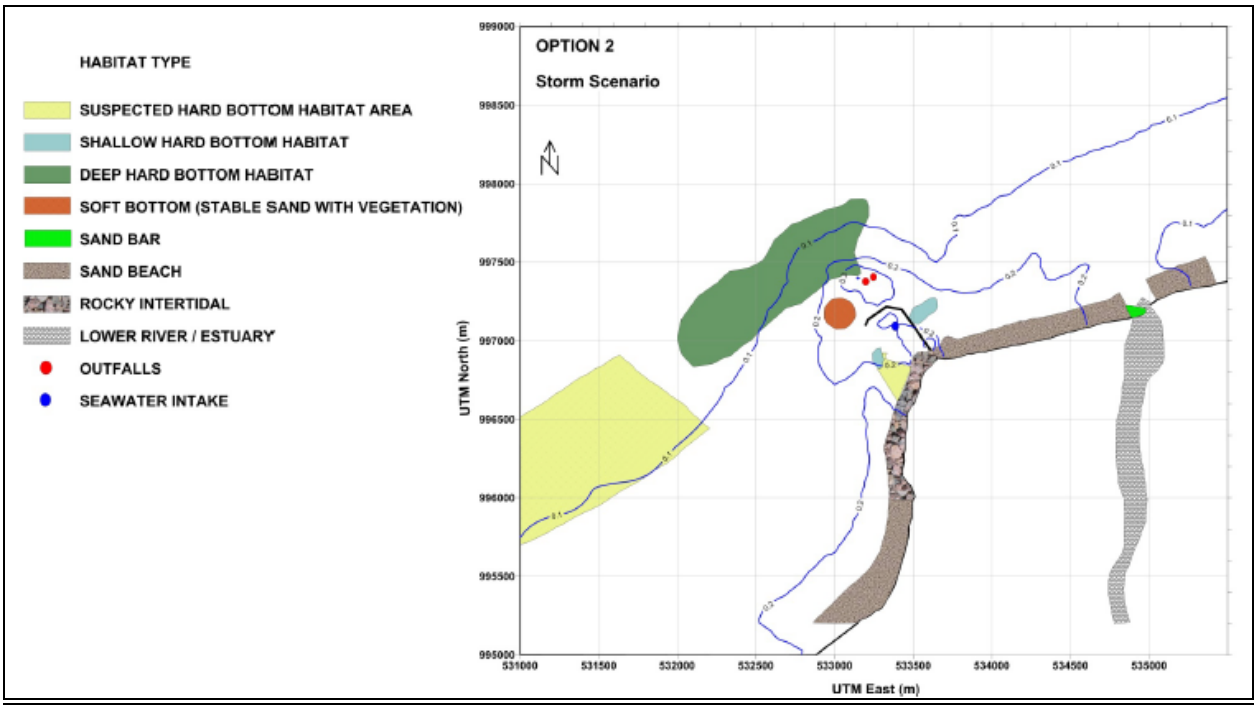


Figura 6: Isopletas termales para condiciones de tormenta para las Opciones 1 y 2

Los cambios modelados en temperatura de Condiciones de Tormenta para ambas Opciones 1 y 2 son , nuevamente, similares a los resultados de ESIA, con mínimas variaciones (<0.2°C variación de ESIA) del diseño aprobado del desagüe. Como se ve en la Figura 6 arriba, hay solo un área limitada con un aumento

previsto de 0.3°C para estas opciones, lo cual es menos de 10% de la variación anual de las temperaturas del océano de aproximadamente 3°C.

Condiciones a Largo Plazo

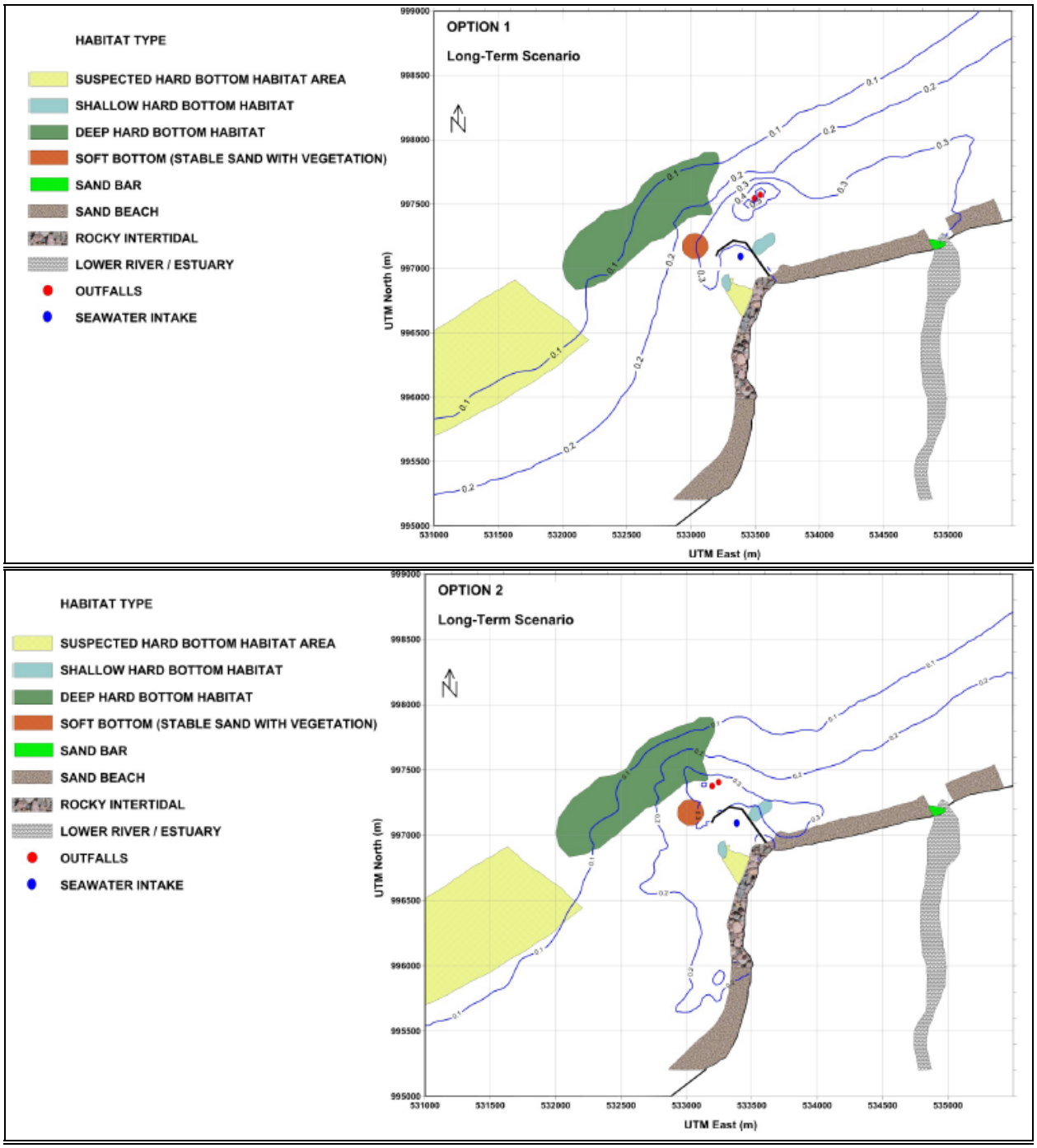


Figure 7: Isopletas termales para Condiciones a Largo Plazo para Opciones 1 y 2

Los Resultados de modelados para Opciones 1 y 2 de Condiciones a Largo Plazo (Figura 7) son similares a los resultados del modelo Condiciones Calmadas. Como con Condiciones Calmadas, el aumento térmico es similar al aprobado por el diseño ESIA, aunque también para Opción 1, hay pequeños aumentos (hasta 0.3°C) en cambios previstos relativos a ESIA. Como fue discutido, los aumentos previstos son menores en

relación a la temperatura variable anual del océano, y no hay cambios significativos previstos de los impactos en el diseño de ESIA aprobado.

El trabajo modelado Delft3D , completado por Ausenco para la Opción 3,empleo un modelo de dominio curvilínea que cubre un 32 por 7.5 km de área centro en la ubicación del Proyecto. La resolución de la cuadricula horizontal típica en las proximidades del Proyecto rompeolas están aproximadamente 45m; más detalles en el modelo de configuración está en el Apéndice A.

Los resultados de las condiciones térmicas del campo lejano de las diferentes condiciones modeladas (Calmada, de Tormenta y a Largo Plazo) son mostradas en las imágenes abajo. Las imágenes muestran los cambios máximos previstos en temperaturas de agua con relación a las condiciones ambientales en la superficie y en la capa inferior.

Condiciones Calmadas

Los Resultados del modelo de las condiciones más conservadoras, las cuales se dan durante el mar en calma y en escenarios poco común donde no fluyan las Corrientes del Caribe (causadas por el giro Colombia-Panamá), se muestran en la Figura 8. Figura 9 muestra Los resultados de la dispersión de los modelos para las condiciones calmadas pero con la presencia de la corriente del Caribe.

En la revisión de los resultados, debe ser notado que es probable que haya un área limitada justo en frente del rompeolas con temperaturas mayores de 3º C encima de la ambiental, aunque no parezca en las figuras, dada la resolución de la malla del modelo. Se espera que esta área este limitada a la interfaz del rompeolas con el océano, como es mostrado por las predicciones.

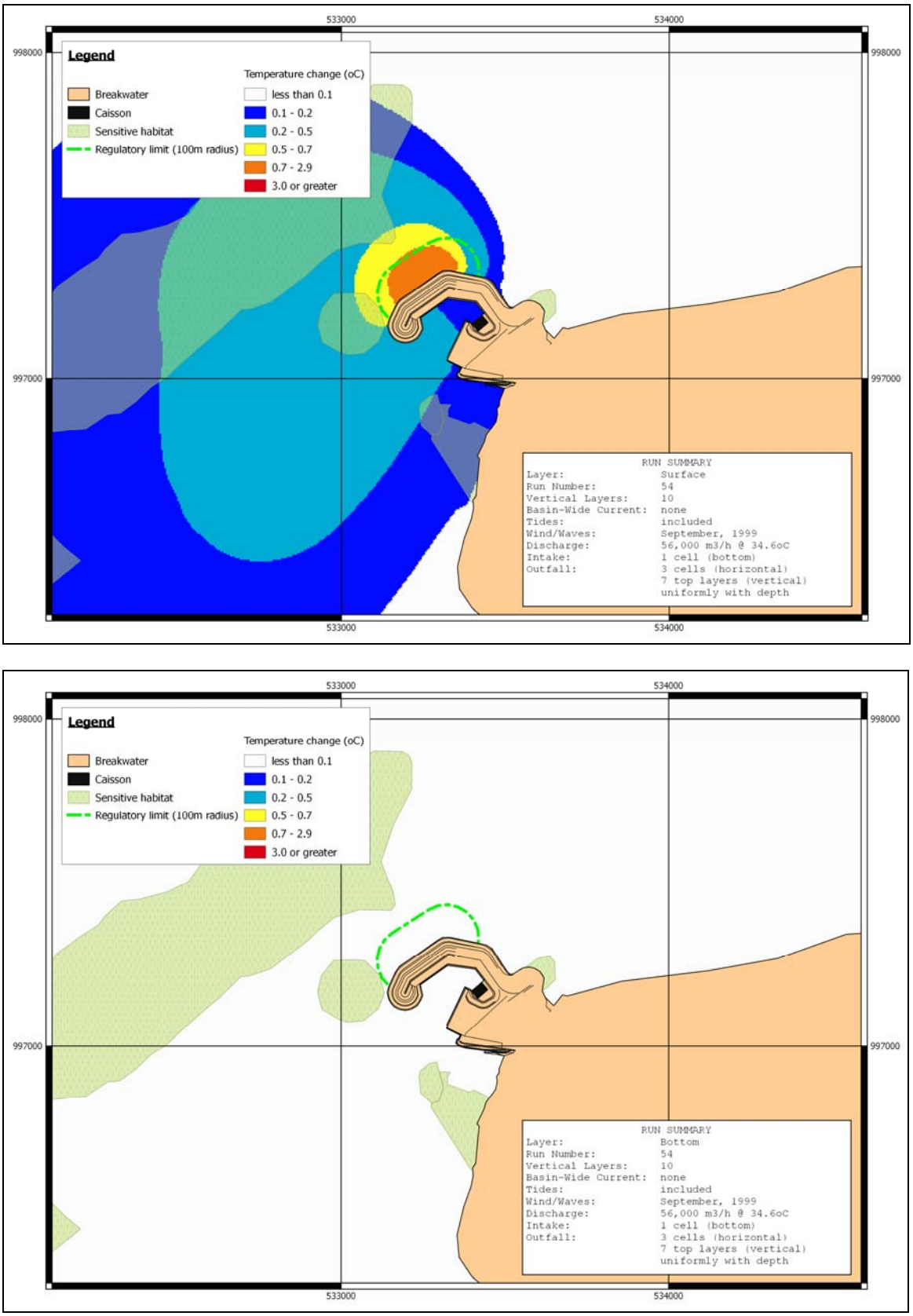


Figura 8: Modelacion de condiciones en campo lejando durante calma y raros periodos donde no exista corriente del Caribe- En superficie arriba y en el fondo en la figura de abajo

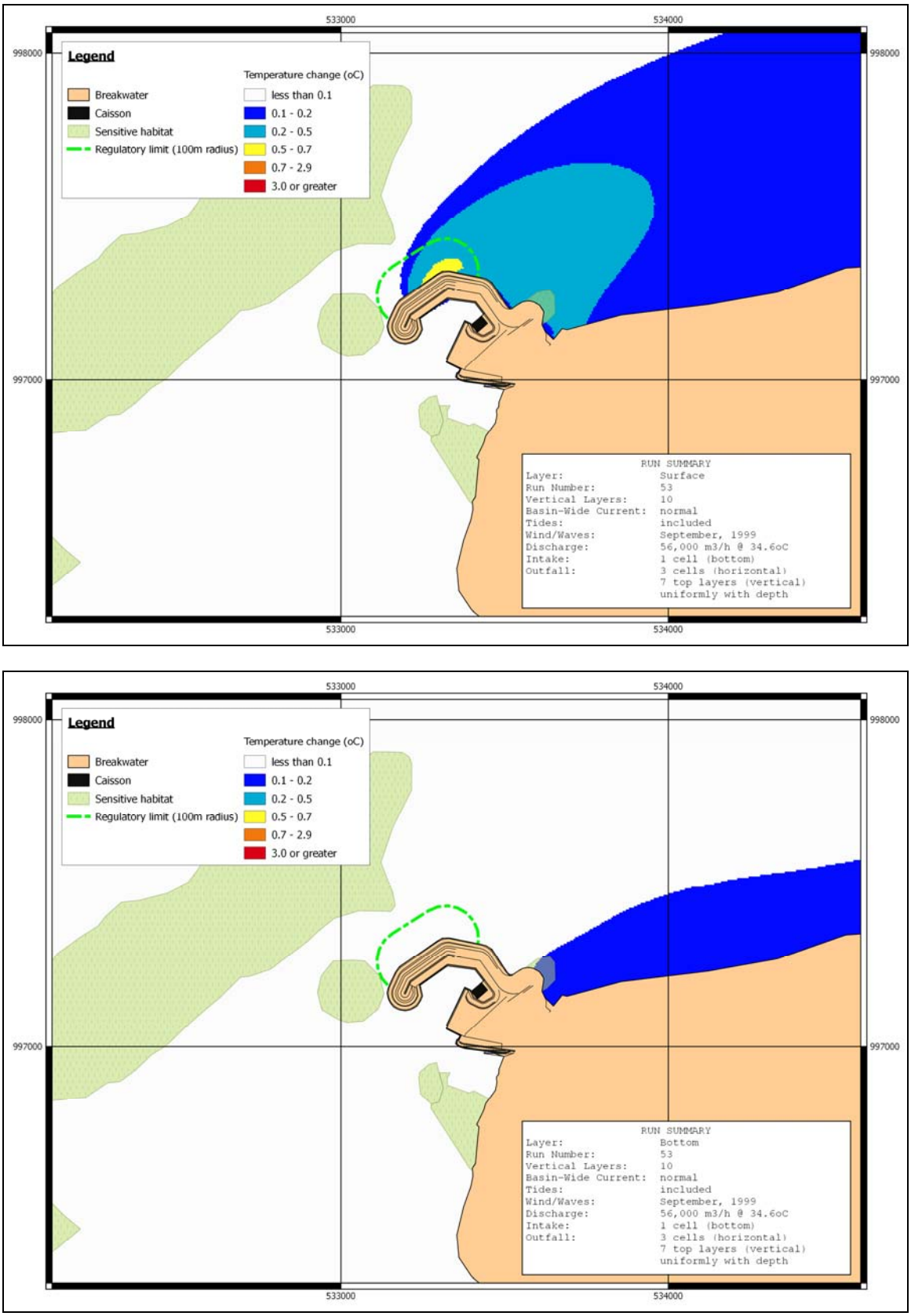


Figura 9: Modelacion en condiciones de campo lejano en calma y con la presencia de la corriente del Caribe- Superficie del océano arriba y fondo en la figura de abajo

La imagen superior de la Figura 9 muestra que:

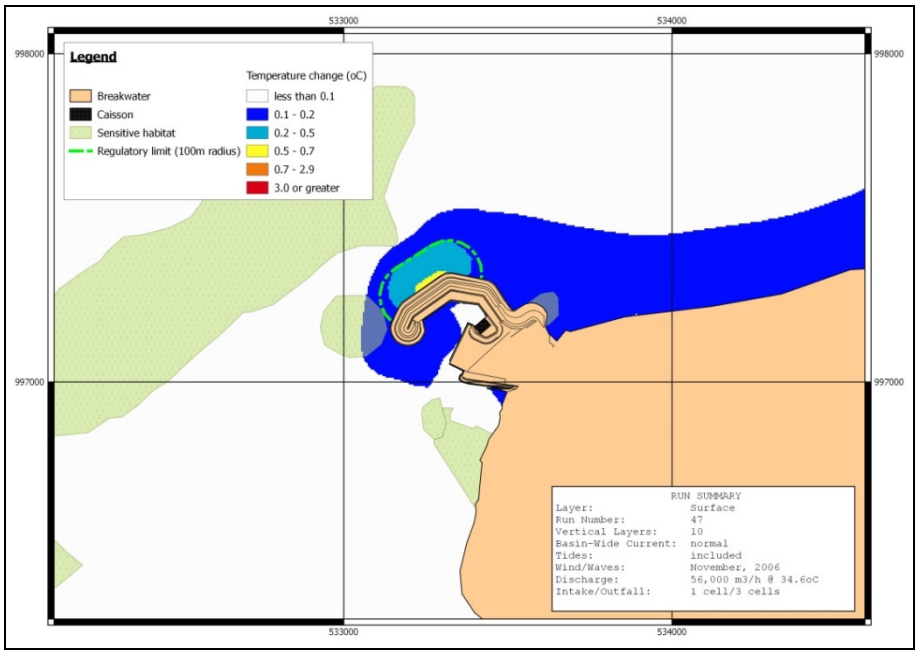
- Hay una área limitada de la temperatura de la superficie elevada en la proximidad del desagüe durante condiciones calmadas, aunque el aumento de la temperatura es < 0.5°C dentro de los 100m de la zona de mezcla recomendada por IFC.

- La pluma del agua refrigerada es dirigida a aguas profundas hacia el noreste.

La imagen inferior muestra que la temperatura del agua del fondo cambia con la proximidad del desagüe y las ubicaciones de consume son insignificantes durante las condiciones calmadas y que el cambio de temperatura del contorno correspondiente a la aparición de un habitad de bajo riesgo (i.e., <0.7°C aumento) no se superpone a ninguna de las hábitats sensibles identificadas en ESIA (Golder 2010)

Condiciones de Tormenta

Las figuras mostradas para las condiciones de Tormenta y de Largo Plazo asumen una suposición más conservativa del resto de las aguas refrigeradas en la superficie del rompeolas, en vez del esparcimiento a una profundidad de 10m, como fue demostrado por el modelo FEFLOW



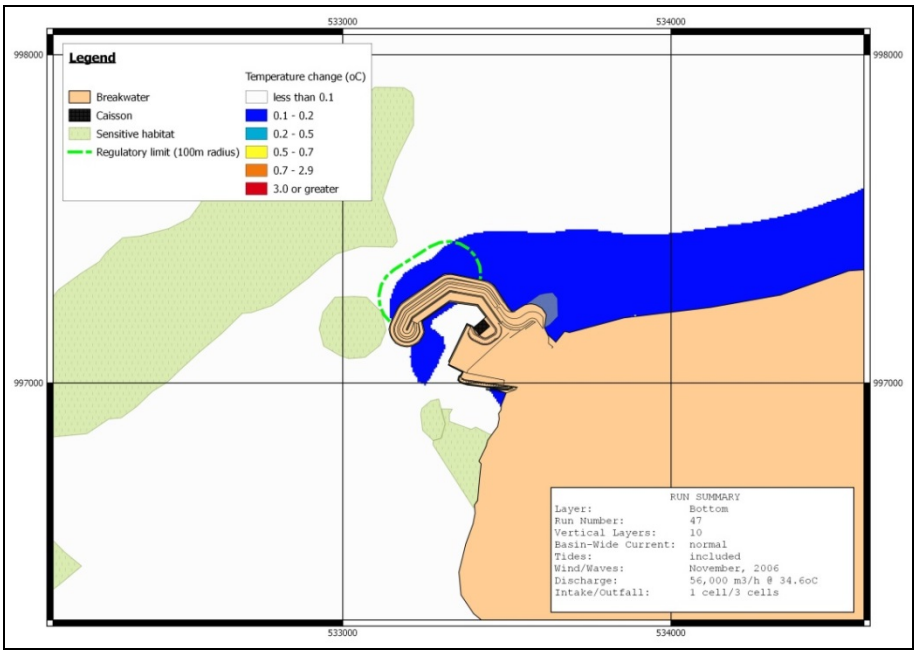


Figura 10: Condiciones de Tormenta – superficie (arriba) y fondo (abajo)

La imagen superior de la Figura 10 muestra que:

- La temperatura máxima promedia de la superficie celular en la proximidad del desagüe durante condiciones de tormenta están a 0.7°C sobre ambiente, indicando la mezcla vigorosa con la profundidad debido a la actividad de las olas en la tormenta.

- El área de la superficie de influencia es limitada a unos cien metros debajo de estas condiciones.

Las imágenes de abajo muestran que las temperaturas de fondo previstas en la proximidad del desagüe están entre 0.1°C y 0.2°C sobre temperatura ambiente. El cambio del contorno de la temperatura correspondiente a la aparición del riesgo moderado del hábitat (i.e. 0.7°C sobre ambiente) no supera ninguna de las hábitats de aguas poco profundas identificadas en Golder (2010).

Condiciones a Largo Plazo

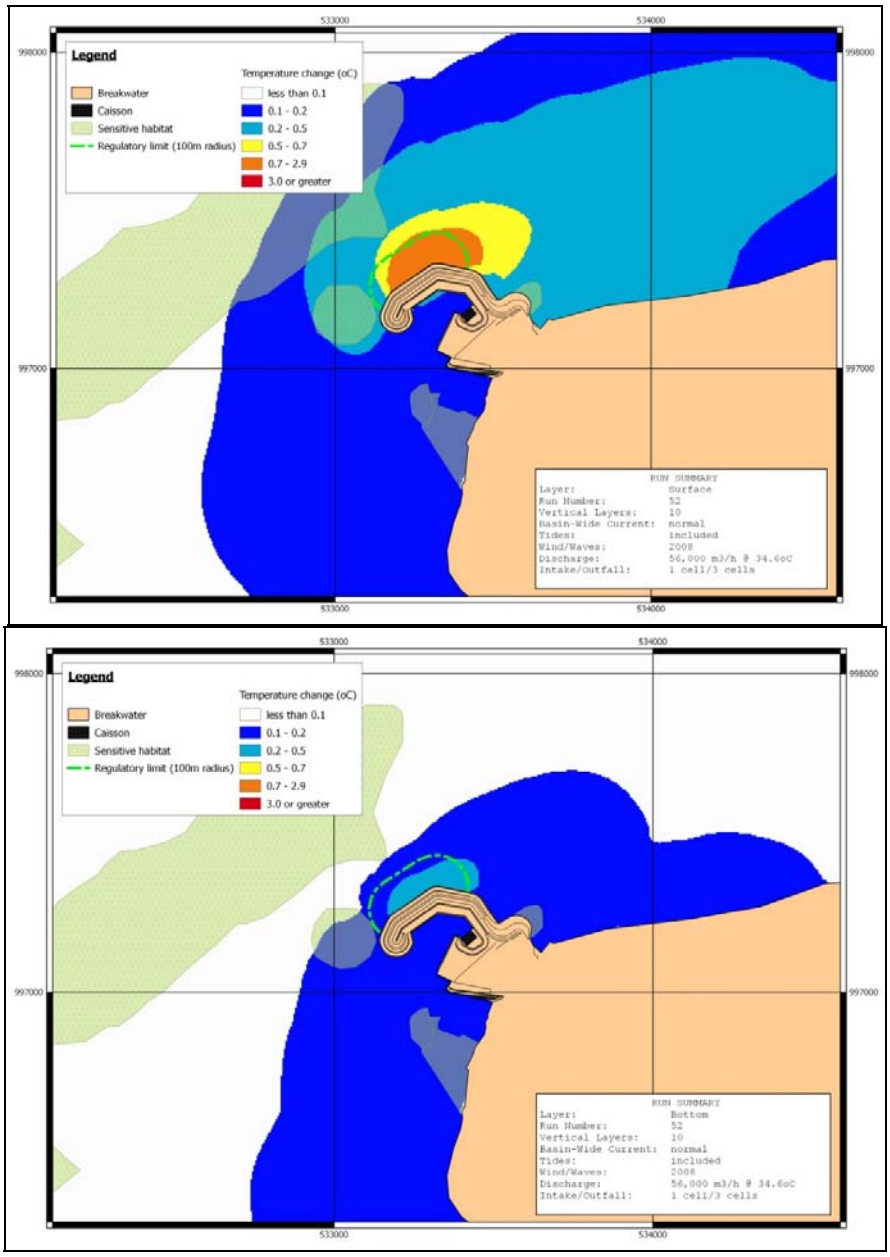


Figura 11: Condiciones a largo plazo – superficie (arriba) and fondo (abajo)

La imagen de arriba de la Figura 11 muestra que la temperatura máxima del agua de la superficie celular promedio en la proximidad del desagüe durante las Condiciones a Largo Plazo están entre 0.7 y 2.9°C sobre temperatura ambiente en un área estrecha de 100m, y que el área de influencia se extiende hacia el oeste durante ambas, Condiciones de Tormenta y Calmadas. La imagen de abajo muestra que el cambio de la temperatura de la profundad en la proximidad del consume esta entre 0.1°C y 0.2°, y que el cambio de la temperatura contorno correspondiente del comienzo del riesgo moderado del hábitat (i.e., 0.7°C) no supera ninguna de las áreas sensibles identificadas en ESIA (Golder 2010)

Resumen Final

El Cuadro 2 ,3 y 4 muestran la comparación del cambio máximo de temperatura en el hábitat de áreas de profundidad para los varias opciones de desagüe en los estudios actuales y pasados :

- Concepto de diseño presentado en el ESIA (Golder, 2010)
- Opciones 1 y 2 (Golder 2015)
- Opciones 3 (Ausenco, 2015)

Los valores presentados en los cuadros son una compilación de los resultados obtenidos de la simulación de las Condiciones de Tormenta, Calmada y a Largo Plazo.

Cuadro 2: Cambio máximo de temperaturas predecidas en hábitats del área– Escenario de Tormenta

Hábitat	EsIA (Golder, 2010)	Opción 1 (Golder, 2015)	Opción 2 (Golder, 2015)	Opción 3 (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	0.2°C	0.1 a 0.2°C	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	0.1°C	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.2°C	0.3°C	0.2°C	0.1°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	0.3°C	0.2°C	Sin cambio en la profundidad
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.2 a 0.3°C	0.1°C	0.1°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

Cuadro 3: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición de Calma

Hábitat	EsIA (Golder, 2010)	Opción 1 (Golder, 2015)	Opción 2 (Golder, 2015)	Opción 3 (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	0.1 a 0.3°C	0.1 a 0.2°C	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.1°C	0.3°C	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	0.3°C	0.2°C	Sin cambio en la profundidad
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.2 a 0.3°C	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

Cuadro 4: Cambio Máximo Previsto de Temperaturas en Áreas de Hábitats Condición a Largo Plazo

Hábitat	EsIA (Golder, 2010)	Opción 1 (Golder, 2015)	Opción 2 (Golder, 2015)	Opción 3 (Ausenco 2015)
Hábitat profundo de fondo duro	Sin cambio para la mayoría del área	0.1 a 0.3°C	0.1 a 0.3°C	Sin cambio en la profundidad
Hábitat profundo de fondo duro (Presunto)	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio para la mayoría del área	Sin cambio	Sin cambio en la profundidad
Hábitat somero de fondo duro	0.2°C	0.3°C	0.2 a 0.3°C	0.1 a 0.2°C
Área de vegetación de fondo blando	0.1°C	0.3°C	0.3°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (fuera)	0.2°C	0.3°C	0.2°C	0.1 a 0.2°C
Estuario río Caimito (dentro)	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

El Cuadro 5 presenta una comparación entre las magnitudes de los cambios en la temperatura del agua previstos para el concepto del diseño presentado en ESIA y tres de las opciones consideradas.

Table 5: Magnitud Prevista de Cambios de Temperaturas para las Tres Opciones del Modelo

Extensión	EsIA (Golder, 2010)		Opcion 1 (Golder, 2015)		Opcion 2 (Golder, 2015)		Opcion 3 (Ausenco 2015)	
	Efecto	Magnitud	Efecto	Magnitud	Efecto	Magnitud	Efecto	Magnitud
Campo lejano	Leve Aumento	Baja	Leve Aumento	Baja	Leve Aumento	Baja	Leve Aumento	Baja
Campo cercano	Aumento	Alta a Moderada	Aumento	Alta a Moderada	Aumento	Alta a Moderada	Aumento	Alta a Moderada
Estuario río Caimito (dentro)	No se predice cambio	No hay efecto	No se predice cambio	No hay efecto	No se predice cambio	No hay efecto	No se predice cambio	No hay efecto

Basado en el modelo numeral térmico completado por Golder y Ausenco, se concluye que :

1. El efecto de la gran escala de la circulación oceánica predominante conocida como el giro Colombia-Panamá es inducir corrientes dirigidas hacia aguas de profundidad al noreste del rompeolas aproximadamente 90% del tiempo. El modelo muestra que estas corrientes tienen una fuerte tendencia a transportar agua de refrigeración descargada lejos de la orilla y del hábitat del fondo del mar cerca del Proyecto.

2. El efecto positive de flotabilidad de la pluma de desagüe es significativo. Para opciones 1 y 2, estos resultados en un factor de dilución relativamente alto y de áreas estrechas de la influencia térmica del fondo del océano. Para la Opción 3, la mezcla en el manto del rompeolas aumenta la profundidad de la liberación del agua refrigerada. La difusión del agua refrigerada a través del rompeolas resulta en un área más grande de difusión térmica, lo cual resulta en una dispersión térmica más eficiente para la Opción 3.

3. El área especial y el grado de impactos termales para las tres opciones están limitados y similares a los aprobados por ESIA. Como mostrado en los cuadros arriba, el aumento térmico previsto es generalmente solo de 3 a 10% de la variación natural anual de las temperaturas del océano.

Aunque no fueron cubiertos por los modelos de Golder y Ausenco, las tres opciones evaluadas tienen beneficios ambientales adicionales con relación a los diseños aprobados, incluyendo:

1. Todas las opciones contienen la ubicación del diseño de captación dentro de la dársena del puerto (dentro del rompeolas), lo que reduce considerablemente las huellas de perturbación asociadas con el diseño original de captación en el EsIA aprobado. Adicionalmente, el diseño de descarga para las Opciones 1, 2 y 3 también tienen una huella de perturbación mucho menor a la determinada por el diseño aprobado en el EsIA (2010).

2. Se requiere menos dragado y construcción de zanjas para todas las opciones en comparación con las estimadas por los diseños del EsIA, lo cual reduce los impactos sobre el fondo marino, asociados con la turbidez generada durante el dragado. Cabe destacar que la Opción 3, al estar localizada completamente dentro del rompeolasrequ que sean realizados dragados ni zanjas, por lo cual no genera un impacto directo sobre los hábitats del fondo marino.

3. Las Opciones 2 y 3 tienen la ventaja adicional de usar el rompeolas para cruzar la interface de tierra-agua en donde serían requeridos trabajos para montar pasos elevados temporales o ataguías por la insuficiente profundidad del agua para el uso de equipo de construcción flotante. En este sentido, la Opción 3 no requiere que se realicen trabajos adicionales dentro del agua durante la construcción ya que dicha opción se localiza completamente dentro del rompeolas, lo cual limita aún más el impacto sobre el hábitat del fondo marino.

Referencias

Ausenco Sandwell, 2011. Technical Report Circulation Modelling, Joint Venture Panama Inc. Specification Number 504832-6000-4XER-0004. July 22. pp 50.

Ausenco, 2015.Cooling Water Discharge Plume Modelling Report.100686-01-REP-700--03Rev C, 05 May.

Golder, 2010.Environmental and Social Impact Assessment – Project Mina de Cobre Panamá. pp 2059.

Golder, 2015. Impact Assessment for the Revised Seawater Intake and Outfall Locations, Punta Rincón Power Plant, Minera Panamá S.A. pp 31.

Anexo D- Resultados de Calidad de Agua y Sedimentos

AQT-FPA-00A
V08-Rev. 0913
Laboratorio de Análisis de Aguas
Urbanización Chanis, Edificio Nº 145
Teléfono: 221-1481 / 4094
Fax:224-8087
info@aquateclabs.com.pa

AQUATEC
Testing Laboratories

I.E No. 018

REPORTE DE ANÁLISIS

Environmental Resources Management Panama, S.A. (ERM)

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS

ELABORADO POR:

AQUATEC Laboratorios Analíticos de Panamá, S. A.
R.U.C. 1188395-1-519623 D.V. 36

Químico

Lic. Isaac Barría
Químico
Idoneidad # 0636
Junta Técnica Nacional Química

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

I. IDENTIFICACIÓN GENERAL

EMPRESA	***Enviromental Resources Management Panamá, S.A. (ERM).***
ACTIVIDAD	Proveedor de servicios de consultoría ambiental, salud y seguridad, riesgo y sociales.
PROYECTO	Análisis de calidad de agua y sedimentos.
DIRECCIÓN	Ciudad de Panamá. República de Panamá.
CONTACTO	Janitze Torres.
FECHA DE MUESTREO	El Cliente recolectó las muestras.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	22 de abril de 2015.
Nº DE INFORME	15-267-003.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	No Aplica.
No. DE COTIZACIÓN	203-15

II. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

# DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	UBICACIÓN SATELITAL
1370-15	Muestra #1(agua). Rompeolas dentro Punta Rincón.	No Disponible
1371-15	Muestra #2 (agua). Frente Rompeolas	N 0997217 E 0533099
1372-15	Muestra #3 (sedimento). Frente a Rompeolas	N 0997217 E 0533099
1373-15	Muestra #4 (sedimento). Punta Rincón.	N 0996620 E 0532022

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

III. PARÁMETROS A MEDIR

Análisis de **muestras de agua de mar** para determinar los siguientes parámetros: potencial de hidrógeno, temperatura, conductividad, turbiedad, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, demanda bioquímica de oxígeno, hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados (As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Se y Ag).

Análisis de **muestras de sedimento marino** para determinar los siguientes parámetros: hidrocarburos totales de petróleo, carbono orgánico total y metales pesados (As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Se y Ag).

IV. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO

No Especificadas.

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

V. RESULTADOS:

1370-15: Muestra #1(agua). Rompeolas dentro Punta Rincón.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTI-DUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Conductividad eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B	54100,0	±0,9	0,0	N.A.
Demanda Bioquímica de oxígeno	DBO_5	mg/L	SM 5210 B	1,3	±11,0	1,0	<2,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	H.C.T	mg / L	SM 5520 F	<0,02	(*)	0,02	<0,05
Oxígeno disuelto	O.D	mg/L	SM 4500 O	7,8	(*)	2,0	>4,0
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	SM 4500 H B	6,60	±0,02	-2,0	6,0-9,0
Salinidad	Sal.	%	SM 2520 B	29,9	(*)	0,1	N.A.
Solidos Disueltos Totales	S.D.	mg / L	SM 2540 C	34082,0	±5,4	25,0	<35000,0
Solidos suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<5,0	±3,0	5,0	<50,0
Sólidos totales	S.T.	mg/L	SM 2540 B	34086,0	±5,4	2,5	<36000,0
Temperatura	T	° C	SM 2550 B	21,20	±0,16	-20,0	ΔT°C
Turbiedad	NTU	NTU	SM 2130 B	1,92	±0,03	0,02	<25,0
METALES							
Arsénico	As	mg / L	SM 3120 B	<0,026	(*)	0,026	<0,05
Bario	Ba	mg / L	SM 3120 B	0,007	(*)	0,005	N.A.
Cadmio	Cd	mg / L	SM 3120 B	<0,005	(*)	0,005	<0,005
Cromo Total	Cr_t	mg / L	SM 3120 B	<0,05	(*)	0,05	N.A.
Mercurio	Hg	mg / L	SM 3120 B	<0,001	(*)	0,001	<0,001
Plata	Ag	mg / L	SM 3120 B	<0,03	(*)	0,03	N.A.
Plomo	Pb	mg / L	SM 3120 B	<0,084	(*)	0,084	<0,01
Selenio	Se	mg / L	SM 3120 B	<0,077	(*)	0,077	N.A.

Notas:

1. Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis de aguas son los siguientes: Aceites y Grasas, Cloruros, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Totales, Cianuro, Compuestos fenólicos, Detergentes, Demanda Química de Oxígeno, Fósforo, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, poder espumante, sulfatos, temperatura y Turbidez. En suelo están acreditados Materia orgánica y Potencial de hidrógeno.
2. La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
3. L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
4. N.A.: No Aplica
5. (*) Incertidumbre no calculada.
6. **(**) Anteproyecto de Aguas Marinas y Costeras.**
7. Las muestras se mantendrán en custodia por un periodo no menor a 10 días calendario después de la entrega del Informe.
8. Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s)

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

1371-15: Muestra #2 (agua). Frente Rompeolas.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTI-DUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Conductividad eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B	53500,00	±0,9	0,0	N.A.
Demanda Bioquímica de oxígeno	DBO_5	mg/L	SM 5210 B	<1,0	±11,0	1,0	<2,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	H.C.T	mg / L	SM 5520 F	1,20	(*)	0,05	<0,05
Oxígeno disuelto	O.D	mg/L	SM 4500 O	7,8	(*)	2,0	>4,0
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	SM 4500 H B	6,90	±0,02	-2,0	6,0-9,0
Salinidad	Sal.	%	SM 2520 B	30,0	(*)	0,1	N.A.
Solidos Disueltos Totales	S.D.	mg / L	SM 2540 C	31564,0	±5,4	25,0	<35000,0
Solidos suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<5,0	±3,0	5,0	<50,0
Sólidos totales	S.T.	mg/L	SM 2540 B	31566,0	±5,4	2,5	<36000,0
Temperatura	T	° C	SM 2550 B	20,10	±0,16	-20,0	ΔT=C
Turbiedad	NTU	NTU	SM 2130 B	0,99	±0,03	0,02	<25,0
METALES							
Arsénico	As	mg / L	SM 3120 B	<0,026	(*)	0,026	<0,05
Bario	Ba	mg / L	SM 3120 B	0,007	(*)	0,005	N.A.
Cadmio	Cd	mg / L	SM 3120 B	<0,005	(*)	0,005	<0,005
Cromo Total	Cr_t	mg / L	SM 3120 B	<0,008	(*)	0,008	N.A.
Mercurio	Hg	mg / L	SM 3120 B	<0,001	(*)	0,001	<0,001
Plata	Ag	mg / L	SM 3120 B	<0,03	(*)	0,03	N.A.
Plomo	Pb	mg / L	SM 3120 B	<0,084	(*)	0,01	<0,01
Selenio	Se	mg / L	SM 3120 B	<0,077	(*)	0,077	N.A.

Notas:

1. Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis de aguas son los siguientes: Aceites y Grasas, Cloruros, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Totales, Cianuro, Compuestos fenólicos, Detergentes, Demanda Química de Oxígeno, Fósforo, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, poder espumante, sulfatos, temperatura y Turbidez. En suelo están acreditados Materia orgánica y Potencial de hidrógeno.
2. La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
3. L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
4. N.A.: No Aplica
5. (*) Incertidumbre no calculada.
6. **(**)**
7. Las muestras se mantendrán en custodia por un periodo no menor a 10 días calendario después de la entrega del Informe.
8. Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

1372-15: Muestra #3 (sedimento). Frente a Rompeolas.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTI-DUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Hidrocarburos Totales de Petróleo	H.C.T	mg / kg	SM 5520 F	1,20	(*)	0,05	125,0
Carbono Orgánico Total	C.O.T.	%	EPA-SW 846-3050/SMWN 3120 B	0,64	(*)	0,0	0,5
METALES							
Arsénico	As	mg / kg	SM 3120 B	25,18	(*)	0,026	<0,05
Bario	Ba	mg / kg	SM 3120 B	68,16	(*)	0,005	N.A.
Cadmio	Cd	mg / kg	SM 3120 B	<0,010	(*)	0,010	N.A.
Cromo Total	Cr_t	mg / kg	SM 3120 B	73,17	(*)	0,008	<0,05
Mercurio	Hg	mg / kg	SM 3120 B	<0,001	(*)	0,001	<0,001
Plata	Ag	mg / kg	SM 3120 B	<0,03	(*)	0,03	N.A.
Plomo	Pb	mg / kg	SM 3120 B	1,02	(*)	0,084	<0,01
Selenio	Se	mg / kg	SM 3120 B	<0,077	(*)	0,077	N.A.

Notas:

1. Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis de aguas son los siguientes: Aceites y Grasas, Cloruros, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Totales, Cianuro, Compuestos fenólicos, Detergentes, Demanda Química de Oxígeno, Fósforo, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, poder espumante, sulfatos, temperatura y Turbidez. En suelo están acreditados Materia orgánica y Potencial de hidrógeno.
2. La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
3. L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
4. N.A.: No Aplica
5. (*) Incertidumbre no calculada.
6. **(**) Norma de comparación para sedimentos (CEDEX).**
7. Las muestras se mantendrán en custodia por un periodo no menor a 10 días calendario después de la entrega del Informe.
8. Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

1373-15: Muestra #4 (sedimento). Punta Rincón.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTI-DUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Hidrocarburos Totales de Petróleo	H.C.T	mg / L	SM 5520 F	1,80	(*)	0,05	125,0
Carbono Orgánico Total	C.O.T.	%	EPA-SW 846-3050/SMWN 3120 B	5,00	(*)	0,0	0,5
METALES							
Arsénico	As	mg / kg	SM 3120 B	11,01	(*)	0,026	<0,05
Bario	Ba	mg / kg	SM 3120 B	53,86	(*)	0,005	N.A.
Cadmio	Cd	mg / kg	SM 3120 B	<0,010	(*)	0,010	N.A.
Cromo Total	Cr_t	mg / kg	SM 3120 B	27,66	(*)	0,008	<0,05
Mercurio	Hg	mg / kg	SM 3120 B	<0,001	(*)	0,001	<0,001
Plata	Ag	mg / kg	SM 3120 B	<0,03	(*)	0,03	N.A.
Plomo	Pb	mg / kg	SM 3120 B	1,33	(*)	0,084	<0,01
Selenio	Se	mg / kg	SM 3120 B	<0,077	(*)	0,077	N.A.

Notas:

1. Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis de aguas son los siguientes: Aceites y Grasas, Cloruros, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Totales, Cianuro, Compuestos fenólicos, Detergentes, Demanda Química de Oxígeno, Fósforo, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, poder espumante, sulfatos, temperatura y Turbidez. En suelo están acreditados Materia orgánica y Potencial de hidrógeno.
2. La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
3. L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
4. N.A.: No Aplica
5. (*) Incertidumbre no calculada.
6. **(**)Norma de comparación para sedimentos (CEDEX).**
7. Las muestras se mantendrán en custodia por un periodo no menor a 10 días calendario después de la entrega del Informe.
8. Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

VI. EQUIPO TÉCNICO

EQUIPO TÉCNICO		
Nombre	**Título**	**Identificación**
No Disponible. El cliente colectó las muestras.		

VII. IMÁGEN DEL MUESTREO

No Disponible. Cliente colectó las muestras.

VIII. ANEXO: COPIA DE LA CADENA DE CUSTODIA

------ FIN DEL DOCUMENTO ------

Editado e impreso por:
Aquatec Laboratorios Analíticos
Derechos Reservados

AQT-FPA-01-01
VO1-Rev. 0509

CADENA DE CUSTODIA

AQUATEC
Testing Laboratories

LE No. 018

AQUATEC LAB. ANALÍTICOS, S.A.
Ave. Principal de Chanis, Local No. 145
Tels: 221-1481 / 221-4094 • Fax: 224-8087
e-mail: info@aquateclabs.com.pa
www.aquateclabs.com.pa

NOMBRE DEL CLIENTE: ERM
PROYECTO: Analisis fisico quimico
DIRECCIÓN: Panamá
PROVINCIA:
GERENTE DE PROYECTO:
TELEFONO:

No. 13146

MUESTREADOR: N/A
FIRMA: N/A

#	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DEL MUESTREO	HORA DE MUESTREO	No. DE ENVASES	MUESTREO: SIMPLE	MUESTREO: COMPUESTO	DATOS DE CAMPO: PH	DATOS DE CAMPO: T (°C)	DATOS DE CAMPO: O. D (MG/L)	DATOS DE CAMPO: TURB. (NTU)	DATOS DE CAMPO: CLORO RESIDUAL (MG/L)	ANALISIS A REALIZAR			CUERPO RECEPTOR: NATURAL	CUERPO RECEPTOR: ALCANTARILLA	GPS: COORDENADAS	TIPO DE MATRIZ: AGUA SUPERFICIAL	TIPO DE MATRIZ: AGUA RESIDUAL	TIPO DE MATRIZ: AGUA SUBTERRANEA	TIPO DE MATRIZ: AGUA SALADA	TIPO DE MATRIZ: SUELO
1	P1 Rompe Ola dentro Pta Chiriquí	21/4/15	8:45 am	3	✓							FQ, DBO, metales, HCT	COT, HCT metales		✓						✓	
2	Muestra #2 Frente al rompeola	21/4/15	9:40 am	4 3 NF	✓							✓	✓		✓		N=0996620 E=0532022				✓	✓
3	Muestra #3 Pta Chiriquí Sedimento marino	21/4/15	11:00 am	1	✓								✓				N=0997217 E=0533094	NF				✓

OBSERVACIONES
El Cliente colectó la muestra
Felix Cruz O.

TEMPERATURA DE LA MUESTRA
☑ MENOR DE 4 °C
☐ TEMPERATURA AMBIENTE

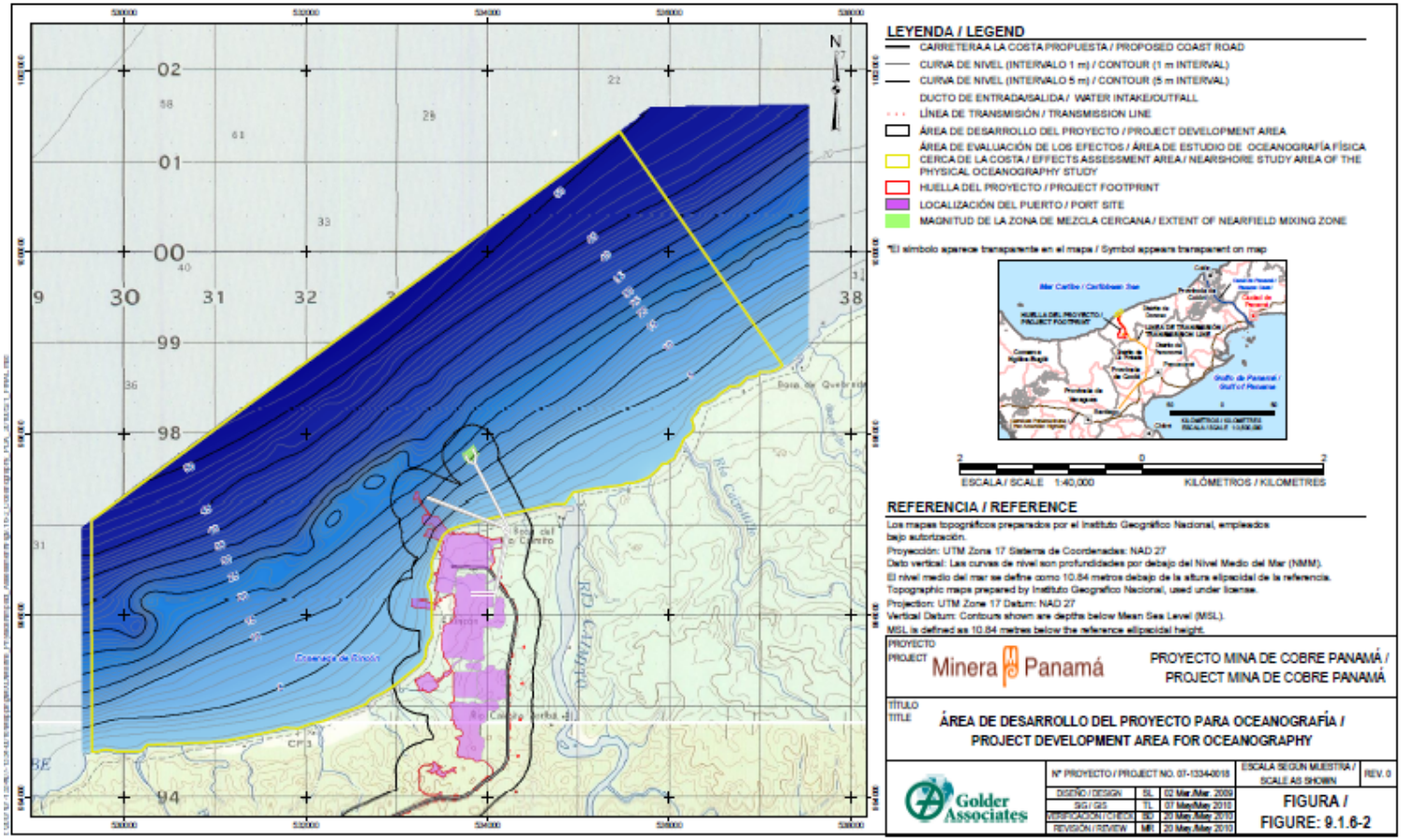
ENTREGADO POR: FECHA: 22/4/15 HORA: 9:41 am
FIRMA DEL CLIENTE: Felix Cruz O.

RECIBIDO POR: Milixa Fuentes FECHA: 22/4/15 HORA: 9:41 am
FECHA: 22/4/15 HORA: 9:41 am

NOTA: MUESTRAS PRESERVADAS SEGUN ESTANDAR METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER

"PROTEJAMOS NUESTRO RECURSO HÍDRICO"

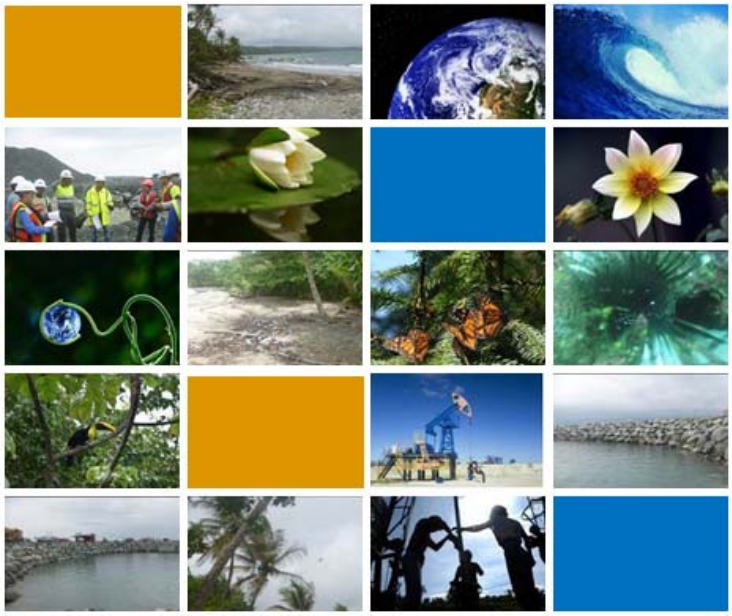
Anexo E- Mapa de Área de Desarrollo del Proyecto- Oceanografía (EsIA 2010)


LEYENDA / LEGEND
CARRETERA A LA COSTA PROPUESTA / PROPOSED COAST ROAD
CURVA DE NIVEL (INTERVALO 1 m) / CONTOUR (1 m INTERVAL)
CURVA DE NIVEL (INTERVALO 5 m) / CONTOUR (5 m INTERVAL)
DUCTO DE ENTRADA/SALIDA / WATER INTAKE/OUTFALL
LÍNEA DE TRANSMISIÓN / TRANSMISSION LINE
ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO / PROJECT DEVELOPMENT AREA
ÁREA DE EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS / ÁREA DE ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA FÍSICA CERCA DE LA COSTA / EFFECTS ASSESSMENT AREA / NEARSHORE STUDY AREA OF THE PHYSICAL OCEANOGRAPHY STUDY
HUELLA DEL PROYECTO / PROJECT FOOTPRINT
LOCALIZACIÓN DEL PUERTO / PORT SITE
MAGNITUD DE LA ZONA DE MEZCLA CERCANA / EXTENT OF NEARFIELD MIXING ZONE
*El símbolo aparece transparente en el mapa / Symbol appears transparent on map
ESCALA / SCALE 1:40,000
KILÓMETROS / KILOMETRES
REFERENCIA / REFERENCE
Los mapas topográficos preparados por el Instituto Geográfico Nacional, empleados bajo autorización.
Proyección: UTM Zona 17 Sistema de Coordenadas: NAD 27
Dato vertical: Las curvas de nivel son profundidades por debajo del Nivel Medio del Mar (NMM).
El nivel medio del mar se define como 10.84 metros debajo de la altura elipsoidal de la referencia.
Topographic maps prepared by Instituto Geografico Nacional, used under license.
Projection: UTM Zone 17 Datum: NAD 27
Vertical Datum: Contours shown are depths below Mean Sea Level (MSL).
MSL is defined as 10.84 metres below the reference ellipsoidal height.
PROYECTO / PROJECT
Minera Panamá
PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ / PROJECT MINA DE COBRE PANAMÁ
TÍTULO / TITLE
ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO PARA OCEANOGRAFÍA / PROJECT DEVELOPMENT AREA FOR OCEANOGRAPHY
Golder Associates
Nº PROYECTO / PROJECT NO. 07-1334-0018
ESCALA SEGÚN MUESTRA / SCALE AS SHOWN
REV. 0
DISEÑO / DESIGN SL 02 Mar /Mar 2009
SIG / GIS TL 07 May/May 2010
VERIFICACIÓN / CHECK DO 20 May /May 2010
REVISIÓN / REVIEW MR 20 May /May 2010
FIGURA / FIGURE: 9.1.6-2

ERM has 150 offices across the following countries worldwide

Argentina
Australia
Belgium
Brazil
Canada
China
Colombia
France
Germany
Hong Kong
Hungary
India
Indonesia
Ireland
Italy
Japan
Kazakhstan
Korea
Malaysia
Mexico
The Netherlands
New Zealand
Panama
Peru
Poland
Portugal
Puerto Rico
Romania
Russia
Singapore
South Africa
Spain
Sweden
Taiwan
Thailand
United Arab Emirates
UK
US
Vietnam

ERM Panama Office



Environmental Resources Management
Panama S.A.
Century Tower Suite 1716, Ricardo J, Alfaro Avenue
Panama, Republic Of Panama.
T: +507 279 2861
F: +507 279 2864
www.erm.com